Проф. В. В. Стратоновъ.

ЗВѢЗДЫ

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ПОПУЛЯРНАЯ МОНОГРАФІЯ

Съ 128 рисунками и чертежами въ текстѣ, 2-мя отдѣльными таблицами въ краскахъ и звѣздной картой.

Удостоена Русскимъ Астрономическимъ обществомъ преміи имени С. С. Сольскаго, присужденной за лучшее популярное сочиненіе по астрономіи.

ЦѢНА 20 РУБЛЕЙ.

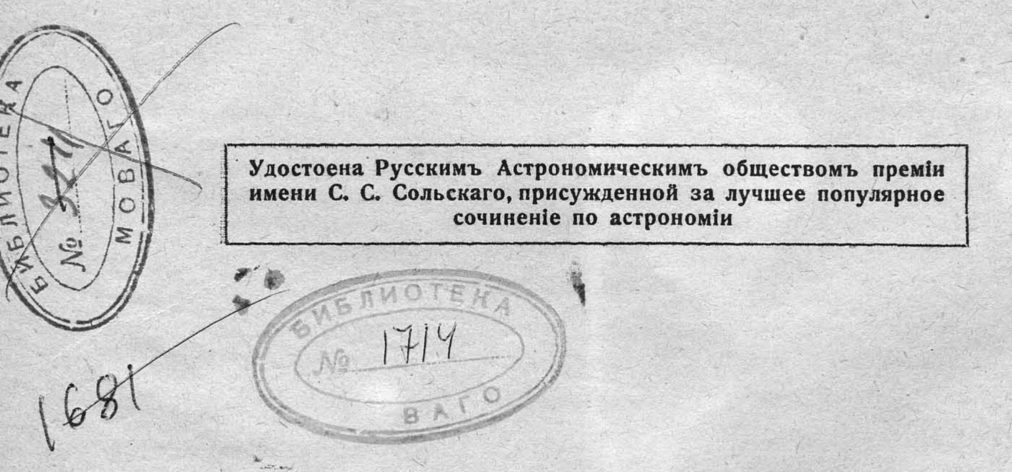
ИЗДАНІЕ
Т-ва „В. В. ДУМНОВЪ,—наслѣдн. Бр. САЛАЕВЫХЪ“.
МОСКВА, Б. Лубянка, д. № 15/17.
ПЕТРОГРАДЪ, Большая Конюшенная, д. № 1.
ХАРЬКОВЪ, Екатеринославская, 51.
1919

В. В. Стратоновъ

ЗВѢЗДЫ

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ПОПУЛЯРНАЯ МОНОГРАФІЯ

Съ 128 рисунками и чертежами въ текстѣ, 2-мя отдѣльными таблицами въ краскахъ и звѣздной картой



Удостоена Русскимъ Астрономическимъ обществомъ преміи имени С. С. Сольскаго, присужденной за лучшее популярное сочиненіе по астрономіи

ИЗДАНІЕ
Т-ва „В. В. ДУМНОВЪ,—наслѣдн. Бр. САЛАЕВЫХЪ"
МОСКВА, Б. Лубянка, д. № 15/17 — ПЕТРОГРАДЪ, Большая Конюшенная, д. № 1
ХАРЬКОВЪ, Екатеринославская, 51
1919

МОСКВА
Типо-литографія Т-ва И. Н. КУШНЕРЕВЪ и К°. Пименовская ул., соб. домъ
1919

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Стр.

Введеніе 3

I.

Солнце, какъ примѣръ звѣзднаго міра.

1. Родство Солнца со звѣздами 7
2. Общее ознакомленіе съ Солнцемъ. 8
3. Общее ознакомленіе съ міромъ Солнца 15

II.

Общій обзоръ звѣзднаго неба.

1. Созвѣздія 19
2. Яркость звѣздъ. 34
3. Число звѣздъ 41

III.

Физическое строеніе звѣздъ.

1. Цвѣтъ звѣздъ 62
2. Спектры звѣздъ 64
3. Температура и строеніе звѣздъ 80

IV.

Измѣненіе блеска звѣздъ.

1. Перемѣнныя звѣзды 86
2. Временныя звѣзды 99

V.

Разстояніе звѣздъ 111

VI.

Движеніе звѣздъ.

1. Движеніе звѣздъ вообще 124
2. Собственное движеніе звѣздъ. 126
3. Лучевое движеніе 131
4. Групповое движеніе 141
5. Движеніе Солнца 146

Стр.

VII.

Двойныя и кратныя звѣзды.

1. Двойныя звѣзды 151
2. Спектрально-двойныя звѣзды 158

VIII.

Звѣздныя скопленія и туманности.

1. Туманныя пятна 165
2. Звѣздныя скопленія 170
3. Туманности 183
4. Магеллановы Облака 210
5. Роль туманностей въ космогоніи 213

IX.

Млечный Путь 228

X.

Развитіе идеи о строеніи вселенной.

1. Идеи до Коперника 243
2. Отъ Коперника до В. Гершеля 246

XI.

Распредѣленіе звѣздъ и позднѣйшія идеи о строеніи вселенной.

1. Распредѣленіе яркихъ звѣздъ 255
2. Распредѣленіе слабыхъ звѣздъ и новѣйшія воззрѣнія 258
3. Изслѣдованія автора 275
4. Распредѣленіе звѣздъ по ихъ физической природѣ 294

XII.

Распредѣленіе звѣздныхъ скопленій и туманностей 301

XIII.

Движеніе звѣздъ во Млечномъ Пути 308

XIV.

Заключеніе 323

Указатель предметовъ 331
Указатель именъ 338

Чертежи и рисунки въ текстѣ.

Стр.

1. Звѣздное небо сѣвернаго полушарія 4
2. Звѣздное небо южнаго полушарія 5
3. Фотосфера 9
4. Солнце съ факелами и пятнами 10
5. Нормальное солнечное пятно 11
6. Неправильное солнечное пятно 12
7. Солнце съ факелами, пятнам и протуберанцами 13
8. Солнечная корона 14
9. Сравнительная величина Солнца и планетъ 15
10. Карта самой яркой части сѣвернаго звѣзднаго неб 20
11. Перемѣщеніе, вслѣдствіе прецессіи, небеснаго полюса между звѣздами . . 21
12. Современное положеніе на небѣ точки весенняго равноденствія . . 22
13. Фигуры созвѣздій сѣвернаго неба 23
14. Созвѣздіе Большой Медвѣдицы 26
15. Географическія координаты 27
16. Экваторіальныя координаты . . . . —
17. Созвѣздія: Малая Медвѣдица, Драконъ, Цефей, Кассіопея 28
18. Созвѣздія: Большая и Малая Медвѣдицы, Кассіопея и звѣзды: Вега и Капелла 29
19. Фотографія суточныхъ путей звѣздъ вокругъ сѣвернаго полюса міра . . 30
20. Созвѣздія: Оріонъ и Телецъ 31
21. Эклиптикальныя координаты 49
22. Меридіанный кругъ 50
23. Брадлей 51
24. Рефракція 52
25. Аргеландеръ 53
26. Фотографія звѣздной области 54
27. Астрографъ Ташкентской обсерваторіи 55
28. Пулковская обсерваторія 58
29. В. Я. Струве 59
30. Пассажный инструментъ Пулковской обсерваторіи . . . . —
31. Вертикальный кругъ Пулковской обсерваторіи . . . . —
32. Большой рефракторъ Пулковской обсерваторіи 60
33. Ѳ. А. Бредихинъ 61
34. О. А. Баклундъ . . . . —
35. Фраунгоферъ 65
36. Солнечный спектръ при слабой дисперсіи . . . . —
37. Кирхгофъ 66
38. Полученіе спектра при посредствѣ объективной призмы 67

Стр.

39. Разложеніе призмой луча отъ круглаго отверстія на составные цвѣта . . . 67
40. Расположеніе составныхъ частей въ призматическомъ спектроскопѣ 68
41. Совпаденіе линій солнечнаго и желѣзнаго спектровъ . . . . —
42. Секки 69
43. Спектры звѣздъ по классификаціи Секки . . . . —
44. Фогель 74
45. Спектры α Пастуха (Арктура) и β Оріона (Ригеля) 75
46. Гарвардская классификація звѣздныхъ спектровъ 76
47. Кривая измѣненія блеска Альголя 89
48. Объясненіе измѣненій блеска Альголя 90
49. Кривая измѣненія блеска β Лиры 92
50. Кривая измѣненія блеска δ Цефея 95
51. Измѣненія блеска η Корабля 98
52. Мѣсто появленія временной звѣзды въ созвѣздіи Кассіопеи 101
53. Мѣсто появленія временной звѣзды въ созвѣздіи Персея 102
54. Измѣненія блеска временной Персея . . . . —
55. Туманность вокругъ временной Персея, 1-ая фотографія 104
56. Туманность вокругъ временной Персея, 2-ая фотографія . . . . . . —
57. Карта появленія временныхъ звѣздъ 109
58. Опредѣленіе разстояній звѣздъ 111
59. Параллаксъ звѣздъ 112
60. Параллактическая орбита звѣзды . . . . —
61. Аберраціонное явленіе съ дождемъ 113
62. Аберраціонная орбита звѣзды . . . . —
63. Вліяніе нутаціи на движеніе земной оси . . . . —
64. Бессель 115
65. Дѣйствительное движеніе звѣздъ 126
66. С. К. Костинскій 128
67. Смѣщеніе спектральныхъ линій при движеніи звѣзды 133
68. Гіады 141
69. Кажущееся схожденіе параллельныхъ линій . . . . —
70. Общее движеніе звѣздъ въ Гіадахъ 142
71. Движеніе главныхъ звѣздъ Большой Медвѣдицы 144
72. Звѣздныя скопленія h и χ Персея 145
73. Движеніе звѣздъ въ скопленіяхъ h и χ Персея . . . . —
74. Звѣздное скопленіе Плеяды 146
75. Опредѣленіе апекса по небесному глобусу 147
76. Двойныя и кратныя звѣзды 152
77. Двойная звѣзда ζ Рака . . . . —
78. Орбита спутника Сиріуса 157
79. Раздвоеніе линій спектрально двойной звѣзды 158
80. Вильямъ Гершель 166
81. Джонъ Гершель . . . . —
82. Рефлекторъ Ликской обсерваторіи 167
83. Гэггинсъ 169
84. Звѣздное скопленіе въ Щитѣ Собѣсскаго 175
85. Распредѣленіе звѣздъ въ Плеядахъ 177
86. Спектрограмма Плеядъ, снятая объективной призмой 178
87. Туманности, обволакивающія яркія звѣзды въ Плеядахъ 180
88. Звѣздное скопленіе въ созвѣздіи Геркулеса 182
89. Звѣздное скопленіе ω Центавра 183

Стр.

90. Туманность въ созвѣздіи Лебедя 188
91. Большая туманность въ созвѣздіи Оріона 190
92. Мѣсто туманности въ созвѣздіи Оріона 192
93. Большая туманность въ созвѣздіи Андромеды 195
94. Спиральная туманность въ созвѣздіи Гончихъ Собакъ 196
95. Кольцеобразная туманность въ созвѣздіи Лиры по снимку въ Ташкентѣ . . 198
96. Спектръ кольцеобразной туманности Лиры . . . . —
97. Кольцеобразная туманность въ созвѣздіи Лиры по снимку въ Вильсоновой обсерваторіи 199
98. Три-раздѣльная туманность 200
99. Большое Магелланово Облако 211
100. Малое Магелланово Облако 212
101. Э. Кантъ 215
102. Лапласъ 216
103. Н. Локіеръ 217
104. С. Арреніусъ 221
105. Образованіе спиральныхъ туманностей по Арреніусу 223
106. Общій видъ Млечнаго Пути въ сѣв. полушаріи по рис. Истона 229
107. Млечный Путь въ созвѣздіяхъ Волка и Жертвенника 231
108. Млечный Путь вокругъ звѣзднаго скопленія въ Щитѣ Собѣсскаго 233
109. Часть Млечнаго Пути въ созвѣздіи Лебедя 234
110. Туманность „Америка“ во Млечномъ Пути 235
111. Темное пятно во Млечномъ Пути 236
112. Пустоты во Млечномъ Пути 237
113. Пустоты во Млечномъ Пути близъ π_2 Лебедя 238
114. Млечный Путь близъ ρ Змѣеносца (Офіуха) 239
115. Туманность во Млечномъ Пути въ созвѣздіи Лебедя 240
116. Коперникъ 247
117. Кеплеръ 248
118. Скіапарелли 256
119. Распредѣленіе яркихъ звѣздъ до 6-й величины по Скіапарелли 257
120. Сложный астрографъ обсерваторіи въ Бергедорфѣ, близъ Гамбурга 268
121. Система Млечнаго Пути по Истону 270
122. Слой облаковъ, сфотографированныхъ въ обсерваторіи Вильсонъ 283
123. Часть Млечнаго Пути (звѣздное облако) въ созвѣздіи Цефея 288
124. Млечный Путь между созвѣздіи Цефея и Щита Собѣсскаго по рис. Истона. 290
125. Распредѣленіе звѣздныхъ скопленій и туманностей на сѣверномъ небѣ . . 302
126. Распредѣленіе звѣздныхъ скопленій и туманностей на южномъ небѣ 303
127. Расхожденіе изъ радіанта видимыхъ путей метеоровъ 311
128. Млечный Путь на южномъ небѣ, около созвѣздія Южнаго Креста 324

Таблицы внѣ текста:

Распредѣленіе звѣздъ отъ 1-й до 9-й величины на сѣверномъ небѣ.
Распредѣленіе звѣздъ отъ 1-й до 9-й величины на южномъ небѣ.
Звѣздная карта.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Настоящею книгой авторъ желалъ бы познакомить читателя съ современнымъ положеніемъ знаній о звѣздахъ и о составляемомъ ими организмѣ — вселенной.

Переживаемое время мало благопріятно для такого свода. Послѣднія десять-пятнадцать лѣтъ были необыкновенно плодотворны въ дѣлѣ развитія свѣдѣній о звѣздной вселенной, и прогрессъ въ завоеваніи неизвѣстныхъ до сихъ поръ областей знанія продолжаетъ быстро развиваться. Каждый годъ даритъ насъ новыми важными открытіями,— и это даже несмотря на ужасную войну, отнявшую, между прочимъ, жизнь и у многихъ видныхъ дѣятелей нашей науки.

При такихъ условіяхъ есть полное основаніе ожидать, что и ближайшіе годы будутъ въ области звѣздной астрономіи не менѣе богаты научными завоеваніями, чѣмъ годы предшествующіе.

Совершенно естественное увлеченіе заставляло въ послѣднее время нѣкоторыхъ астрономовъ нѣсколько предупреждать возможности и, въ исканіяхъ новыхъ выводовъ, примѣнять строгіе и точные методы изслѣдованія къ матеріаламъ, быть можетъ, недостаточно оправдывающимъ такое ихъ использованіе. Отсюда возникло не мало взглядовъ, вѣроятно обреченныхъ только на кратковременное существованіе. Авторъ не могъ, конечно, приводить всѣ такіе взгляды въ популярной монографіи и старался ограничить предлагаемый вниманію читателя матеріалъ возможно достовѣрными фактами. Но вполнѣ избѣгнуть упоминанія о подобныхъ гипотезахъ и выводахъ не было возможности; въ такихъ случаяхъ авторъ старался оттѣнить ихъ дѣйствительное значеніе.

Большимъ затрудненіемъ являлась, конечно, необходимость обойтись элементарнымъ языкомъ: не всѣ вопросы допускаютъ изложеніе ихъ безъ языка математики. По этой причинѣ пришлось оста-

вить безъ разсмотрѣнія нѣкоторыя теоретическія изслѣдованія, въ частности и относящіяся къ динамикѣ звѣздныхъ системъ.

Выпускъ въ свѣтъ этой книги встрѣчался во многихъ отношеніяхъ съ весьма серьезными затрудненіями, вызванными войной и государственной разрухой. Особенно трудно было слѣдить за новѣйшими научными работами въ обѣихъ воюющихъ сторонахъ, и пропуски въ этомъ отношеніи, къ сожалѣнію, совершенно неизбѣжны.

Авторъ будетъ счастливъ, если читатель изъ настоящей книги почерпнетъ любовь и живой интересъ къ лучшему украшенію природы — звѣздному небу.

Надъ мятущеюся Землей, за лазурью воздушнаго океана, темно-бархатнымъ ковромъ, унизаннымъ лучистыми брилліантами, раскинулось морозное мiровое пространство. Нѣтъ ему предѣловъ. Безконечно велика усадьба, въ которой построено Зданіе Міра.

Холодными, безстрастными очами смотритъ на землю ночь. Что имъ, этимъ вѣчнымъ небеснымъ огнямъ, льющимъ таинственный свѣтъ въ мiровыя пустыни, до земныхъ бурь и страданій! Поколѣнія смѣнялись поколѣніями. Какъ мгновенія, протекали вѣка и тысячелѣтія. А темный ночной покровъ все горѣлъ и горѣлъ созвѣздіями дивной красоты.

Были звѣзды свидѣтелями и возникновенія нашей планеты, когда затвердѣвшія отъ охлажденія частицы впервые сковали жидкую земную поверхность... Скорбно горѣли онѣ въ незабвенную южную ночь, когда въ слабомъ звѣздномъ сіяніи бѣлѣло на Крестѣ тѣло Распятаго... И когда, по мановенію руки безумнаго честолюбца, людской кровью стала заливаться земля, и огневой болью сжались милліоны сердецъ,— тѣмъ же холоднымъ блескомъ сверкали звѣзды и какъ бы говорили своимъ сіяніемъ:

— Ничто не ново. Это уже бывало. Это еще будетъ!

Когда волшебница ночь усыпитъ природу, раздвигается темно-синяя бездна. И загорается она и переливаетъ тысячами разноцвѣтныхъ звѣздъ. Однѣ ярки и вѣчно трепещутъ въ мгновенной смѣнѣ цвѣтовъ, другія мягко сіяютъ слабыми блестками. Иныя лишь временами вспыхиваютъ искорками свѣта. А среди звѣздныхъ цвѣтовъ серебристымъ извилистымъ ручьемъ протекаетъ нѣжный матовый Млечный Путь.

Въ молчаливомъ торжественномъ маршѣ стройно проходитъ звѣздное воинство надъ успокоившеюся Землей.

Населеніе мірового пространства, кажущагося для насъ на первый взглядъ такимъ пустымъ,—существу сверхъестественному, одаренному чудовищной зоркостью, представилось бы очень разнообразнымъ. Это существо увидѣло бы множество свѣтлыхъ небесныхъ тѣлъ, большихъ или меньшихъ, чѣмъ Солнце, или же приближающихся къ нему по величинѣ. Ему были бы видны массы мiровой матеріи, мѣстами та-

кія большія и такъ далеко распространенныя, что передъ ними и звѣзды и Солнце показались бы крошками. Это существо, однако, замѣтило бы и дѣйствительно ничтожныя—даже съ нашей точки зрѣнія — частицы мiровой матеріи, настоящую космическую пыль.

Но хотя въ средѣ небеснаго народонаселенія нѣтъ осязательныхъ граней по яркости, массѣ и величинѣ, хотя въ одномъ и томъ же родѣ небесныхъ тѣлъ встрѣчаются и гиганты, и карлики, все-же въ этомъ разнообразіи населенія можно выдѣлить двѣ типичныя расы: одну, состоящую изъ болѣе или менѣе яркихъ, но вообще рѣзко очерчен-

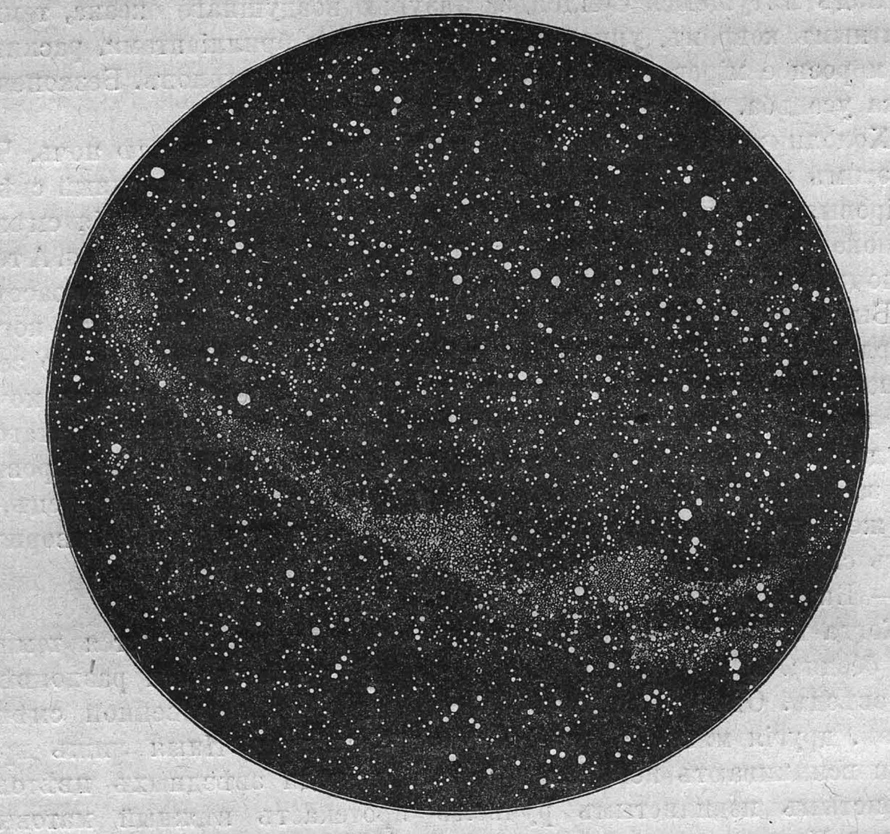


Рис. 1. Звѣздное небо сѣвернаго полушарія.

ныхъ свѣтлыхъ точекъ — это звѣзды, и другую изъ слабосвѣтящихся, расплывчатыхъ и нерѣдко громадныхъ массъ — это туманности. Однако, оба элемента — звѣздный и туманный — не отдѣлены сколько-нибудь рѣзкой чертой. Между ними можно встрѣтить разнообразныя переходныя формы, и въ этихъ формахъ отражаются послѣдовательныя фазы развитія разныхъ міровъ. Такъ бываетъ въ лѣсу, гдѣ, рядомъ съ молодыми побѣгами, видны здоровыя свѣжія деревца, отживающіе свой вѣкъ лѣсные великаны, буреломъ и пни погибшихъ и истлѣвающихъ деревьевъ.

Одною изъ міровыхъ пылинокъ-звѣздочекъ является Солнце, для насъ кажущееся такимъ могучимъ, яркимъ, колоссальнымъ. И другія звѣздныя пылинки почти такъ же велики, но онѣ находятся между собою на столь огромныхъ разстояніяхъ, что представляются— одна для другой — лишь свѣтящимися точками-звѣздами.

Солнце и звѣзды — это для насъ, для человѣческаго пониманія! А для Зодчаго, строившаго зданіе вселенной, это лишь серебристая пыль міровъ, кое-гдѣ нависшая въ пространствѣ, только космическій строительный матеріалъ...

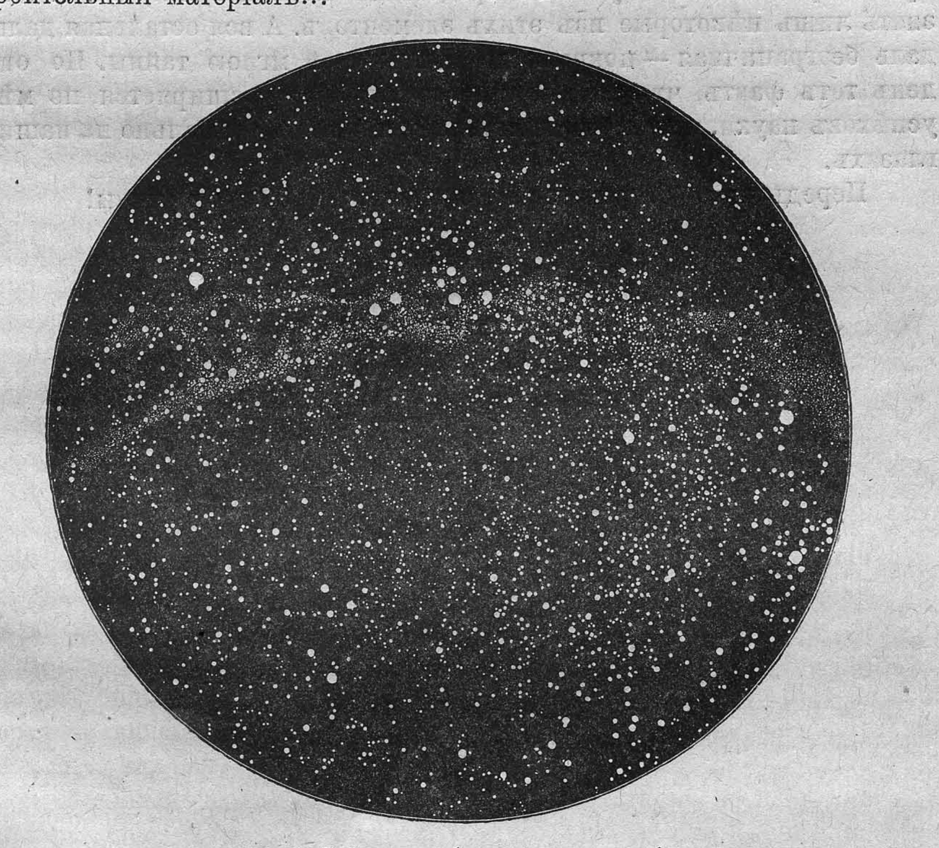


Рис. 2. Звѣздное небо южнаго полушарія.

Разбросанное въ безконечномъ пространствѣ зданіе міра, или вселенная, безконечное время также и строилась. Сколько бы милліардовъ лѣтъ мы ни отсчитывали назадъ, никогда не подойдемъ мы къ началу созиданія вселенной. И точно такъ же неоконченное нынѣ зданіе міра не будетъ никогда завершено строительствомъ. Нашимъ знаніямъ доступенъ въ безконечномъ процессѣ строительства лишь одинъ моментъ — эпоха современнаго состоянія вселенной. Этотъ моментъ очень коротокъ. Вся продолжительность историческаго наблюденія вселенной—ничтожный мигъ въ безконечномъ длительномъ времени.

Не велика и область пространства, завоеванная во вселенной нашими знаніями. Мы познаемъ въ ней лишь нѣкоторыя детали,— въ лучшемъ случаѣ: положеніе звѣздъ на небесной сферѣ, ихъ видимую величину, собственную яркость, спектръ и цвѣтъ, ихъ разстояніе и движеніе, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ еще и массу или плотность. Но и такими относительно богатыми свѣдѣніями мы располагаемъ лишь о немногихъ звѣздахъ. Обо всѣхъ остальныхъ и притомъ не далѣе, какъ до предѣловъ пространства, доступныхъ нашему умственному взору при современныхъ научныхъ средствахъ изслѣдованія, мы можемъ знать лишь нѣкоторые изъ этихъ элементовъ. А вся остальная даль— даль безграничная — покрыта непроницаемой мглою тайны. Но отраденъ тотъ фактъ, что завоеванная область все расширяется, по мѣрѣ успѣховъ науки, и притомъ расширяется быстро, буквально на нашихъ глазахъ.

Передъ нами открываются безпредѣльныя перспективы!

I.

Солнце, какъ примѣръ звѣзднаго міра.

1. Родство Солнца со звѣздами.

О родствѣ Солнца со звѣздами догадывались уже давно. Теперь же оно можетъ считаться установленнымъ, благодаря цѣлому ряду признаковъ. Остановимся на нѣкоторыхъ изъ нихъ.

Если мы отодвинемъ отъ себя мысленно Солнце на такое же разстояніе, на которомъ находятся ближайшія къ намъ звѣзды, то, зная взаимное отношеніе яркостей Солнца и звѣздъ, мы найдемъ, что Солнце чрезвычайно уменьшится въ своемъ блескѣ. Оно будетъ, правда, замѣчаемо на небѣ даже невооруженнымъ глазомъ, но очень многія звѣзды окажутся гораздо ярче, въ то время какъ другія будутъ слабѣе Солнца .А въ общемъ среди звѣздъ наше ярко сіяющее свѣтило заняло бы довольно скромное мѣсто.

Далѣе, и массы звѣздъ, и плотности ихъ оказываются въ однихъ случаяхъ большими, въ другихъ меньшими, чѣмъ у Солнца. Но въ общемъ и тѣ и другія приблизительно таковы же, какъ у нашего дневного свѣтила.

Особенно же наглядно родство между Солнцемъ и звѣздами доказывается ихъ физико-химической природой: многія звѣзды по химическому составу атмосферы и по физической природѣ самихъ тѣлъ удивительно близки къ Солнцу, настолько близки, какъ будто онѣ составляютъ членовъ одной семьи, выдѣлившихся изъ общей массы родительской матеріи. Другія звѣзды отличаются въ данномъ отношеніи отъ нашего центральнаго свѣтила, но отличаются не рѣзкими гранями, а цѣпью промежуточныхъ звеньевъ.

Слѣдовательно, ко многимъ звѣздамъ можетъ быть отнесено—полностью или частью — то, что мы знаемъ о Солнцѣ. И близость послѣдняго является счастливымъ обстоятельствомъ. Благодаря ей, этой близости, мы можемъ составить себѣ наглядное представленіе о мірахъ значительнаго количества звѣздъ.

Поэтому будетъ умѣстнымъ привести здѣсь, разумѣется вкратцѣ, самое существенное о томъ, что именно представляетъ собою наше центральное свѣтило.

2. Общее ознакомленіе съ Солнцемъ.

Солнце представляется огромнымъ скопленіемъ ярко свѣтящейся матеріи, съ довольно правильной сферической формой: безспорныхъ уклоненій отъ шара въ немъ не обнаружено. Эта свѣтлая сфера кажется болѣе яркой въ центральной части и менѣе яркой у краевъ.

О размѣрахъ Солнца можно судить по тому, что его шаръ имѣетъ въ діаметрѣ около 1 400 000 километровъ, или почти столько же верстъ; это составляетъ приблизительно въ 109 разъ больше, чѣмъ діаметръ Земли. Простое вычисленіе покажетъ, что поверхность Солнца превосходитъ земную поверхность въ 12 000 разъ, а объемъ превосходитъ земной въ 1 300 000 разъ.

Если бы масса Солнца, или—выразимся условно—количество вещества въ немъ, было бы также въ 1 300 000 разъ больше, чѣмъ у Земли, то мы имѣли бы право заключить, что матерія Солнца столь же плотна, какъ и матерія Земли. Однако, въ дѣйствительности солнечная масса превосходитъ земную только въ 330 000 разъ. Отсюда нетрудно заключить, что плотность Солнца почти въ четыре раза меньше, чѣмъ плотность Земли, и матерія нашего дневного свѣтила только немногимъ (въ 1.4 раза) плотнѣе, чѣмъ вода.

Химическая природа Солнца не отличается существенно отъ земной, по крайней мѣрѣ въ верхнихъ частяхъ солнечной поверхности. Объ этомъ можно заключить, изучая, съ помощью спектральнаго анализа, составъ ближайшаго отъ поверхности слоя солнечной атмосферы. Въ послѣднемъ встрѣчаются тѣ же химическіе элементы, что и на Землѣ, какъ, напримѣръ, желѣзо, никкель, кобальтъ, натрій, калій, водородъ, гелій, стронцій, цинкъ, мѣдь, серебро, свинецъ, кальцій и многіе другіе. Если бы нагрѣть Землю до температуры Солнца, то ея свѣтъ въ спектроскопѣ очень походилъ бы на свѣтъ, излучаемый Солнцемъ. Но на дневномъ свѣтилѣ нашемъ обнаружены, однако, не всѣ земные элементы: не доказано, напримѣръ, чтобы въ солнечной атмосферѣ существовалъ столь необходимый для нашей жизни кислородъ; не обнаружены также и нѣкоторые тяжелые металлы, напримѣръ, золото, ртуть и др. Это, впрочемъ, не служитъ еще доказательствомъ непремѣннаго отсутствія послѣднихъ на Солнцѣ. Возможно, что тяжелые металлы расположены въ болѣе глубокихъ слояхъ солнечной массы, а потому и не обнаруживаются въ спектрѣ поверхностнаго слоя. Равнымъ образомъ, на Солнцѣ очевидно существуютъ нѣкоторые химическіе элементы, еще не найденные на Землѣ.

По характеру спектра можно заключить, что Солнце представилось бы желтоватой звѣздой, одною изъ такихъ, какихъ много видно на небѣ. Звѣзду-Солнце по внѣшности трудно было бы отличить отъ многихъ милліоновъ его собратій.



Рис. 3. Фотосфера.

Подвергнемъ теперь наше дневное свѣтило болѣе детальному разсмотрѣнію.

Поверхность Солнца представляется невооруженному глазу ослѣпительно бѣлой. При разсмотрѣніи же въ телескопъ, она имѣетъ видъ

сѣроватой площади, на которой разбросаны небольшія, но яркія бѣлыя клочковатыя облачка. Эта поверхность называется „фотосферой“: она является тѣмъ слоемъ газовой оболочки Солнца, гдѣ сгущаются пары и газы разныхъ элементовъ, подобно тому, какъ и въ земной атмосферѣ сгущаются въ облака невидимые пары воды (рис. 3). Однако, между земными облаками и облаками фотосферы — иначе зернами фотосферы — существуетъ то различіе, что эти зерна раскалены до ярчайшаго свѣченія.

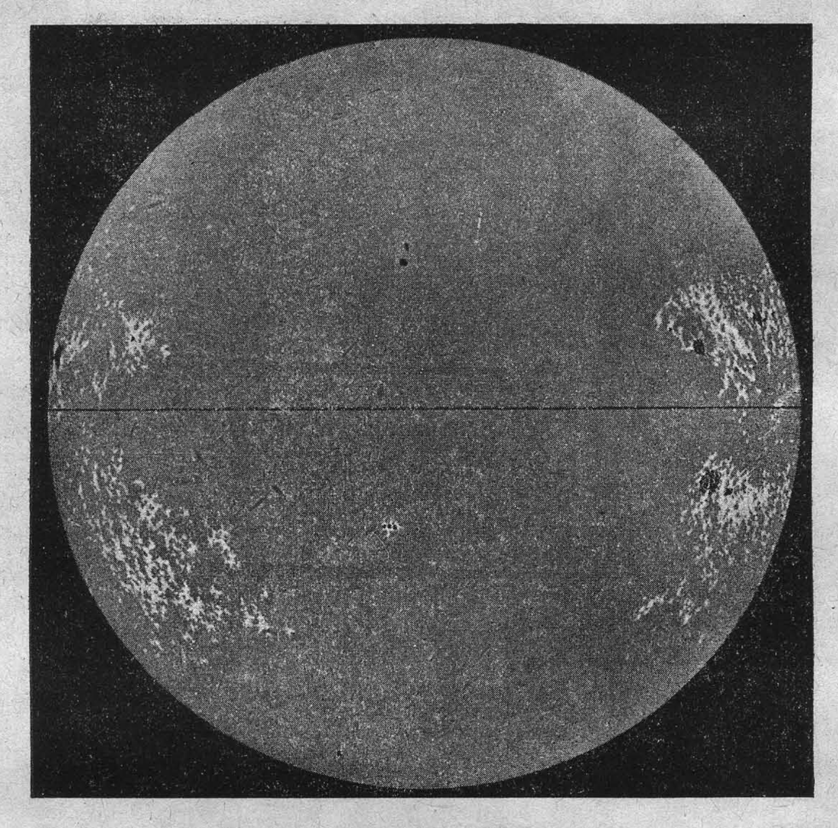


Рис. 4. Солнце съ факелами и пятнами.

Кромѣ зеренъ, на фотосферѣ видны еще большія яркія мѣста причудливыхъ очертаній, называемыя солнечными факелами (рис. 4). Эти факелы по своей природѣ частью являются горами, состоящими изъ массъ раскаленныхъ паровъ, образованными при поднятіи нѣкоторыхъ мѣстъ фотосферы, частью же являются парящими въ солнечной атмосферѣ свѣтящимися облаками. На фотосферѣ же или подъ нею наблюдаются столь извѣстныя всѣмъ солнечныя пятна, кажущіяся по контрасту съ ослѣпительно яркой фотосферой темными или даже черными (рис. 5 и 6). Пятна эти покрываютъ въ опредѣленныя эпохи болѣе или менѣе густо части солнечной поверхности, причемъ

располагаются по обѣ стороны солнечнаго экватора до разныхъ широтъ. Представляется наиболѣе вѣроятнымъ, что пятна являются охлажденными массами газовъ, опускающимися сверху въ нѣдра Солнца, послѣ наблюдаемыхъ въ немъ мощныхъ изверженій.

Надъ фотосферой расположена солнечная атмосфера. Она очень велика и превышаетъ по крайней мѣрѣ въ 8—10 разъ объемъ самаго свѣтила. Для удобства разсмотрѣнія солнечную атмосферу принято разсматривать по ея отдѣльнымъ наслоеніямъ, хотя такое подраздѣленіе въ сущности является лишь искусственнымъ.

Такъ, прежде всего и непосредственно надъ фотосферой виситъ невысокій слой паровъ. Эти пары принадлежатъ тѣмъ самымъ элементамъ, которые входятъ въ составъ верхнихъ частей поверхности Солнца. Самый слой называется обращающимъ: именно въ немъ, какъ имѣющемъ относительно низкую температуру, яркія линіи спектра отъ раскаленныхъ газовъ обращаются въ темныя, такъ называемыя Фраунгоферовы линіи.

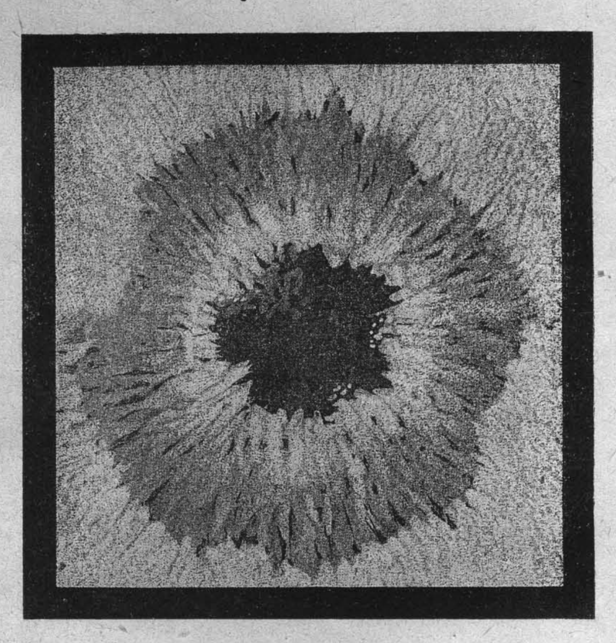


Рис. 5. Нормальное солнечное пятно.

Слѣдующимъ слоемъ солнечной атмосферной оболочки является хромосфера—газовый покровъ алаго цвѣта, состоящій преимущественно изъ водорода, а также кальція, гелія и др. Хромосфера представляетъ собою пламя, раскаленные газы котораго вырываются изъ солнечной поверхности.

При спокойномъ состояніи хромосферы ея огненные языки поднимаются не болѣе какъ на тысячеверстную высоту. При неспокойномъ же ея состояніи, которое ежедневно наблюдается въ разныхъ мѣстахъ на Солнцѣ,—изъ хросмосферы и изъ болѣе глубокихъ слоевъ солнечной поверхности вырываются колоссальные фонтаны, взлетающіе съ огромной скоростью и силой на многіе десятки тысячъ, а иногда и сотни тысячъ верстъ. Такіе огненные фонтаны называются протуберанцами (рис. 7). Они могутъ быть наблюдаемы ежедневно, но не просто

глазомъ, а лишь при помощи спектроскопа. Непосредственно же протуберанцы наблюдаются лишь во время полныхъ солнечныхъ затменій.

Наружная часть атмосферы нашего свѣтила называется солнечной короной. Это слабо-свѣтящаяся оболочка, недоступная пока каждо-



Рис. 6. Неправильное солнечное пятно.

дневнымъ наблюденіямъ, такъ какъ слабый свѣтъ ея тонетъ въ освѣщенной Солнцемъ земной атмосферѣ (рис. 8). Солнечную корону можно видѣть только во время полныхъ солнечныхъ затменій, когда она замѣчается въ видѣ серебряно-бѣлаго ореола, окружающаго на далекое разстояніе покрытый Луною дискъ Солнца. Корона, при детальномъ

ея разсмотрѣніи, вся представляется состоящей изъ множества свѣтлыхъ струй и лучей свѣта.

Наконецъ, самой крайней оболочкой нашего центральнаго свѣтила представляется зодіакальный свѣтъ. Подъ этимъ именемъ извѣстна масса мельчайшихъ частицъ, окружающихъ Солнце въ формѣ дисковиднаго слоя и распространяющихся такъ далеко, что въ предѣлахъ зодіакальнаго свѣта находятся ближайшія къ Солнцу планеты, въ ихъ числѣ и Земля. Свѣченіе этой оболочки вызывается, повидимому, тѣмъ, что составляющія зодіакальный свѣтъ частицы отражаютъ отъ своихъ поверхностей попадающіе на нихъ солнечные лучи. Зодіакальный свѣтъ лучше всего можно видѣть въ формѣ свѣтящагося конуса въ весенніе мѣсяцы на западѣ, вскорѣ по заходѣ Солнца, или же осенью на востокѣ, впереди восходящаго свѣтила. Названіе свое разсматриваемое явленіе получило вслѣдствіе видимости его на небѣ въ поясѣ извѣстныхъ двѣнадцати созвѣздій, составляющихъ зодіакъ [1]).

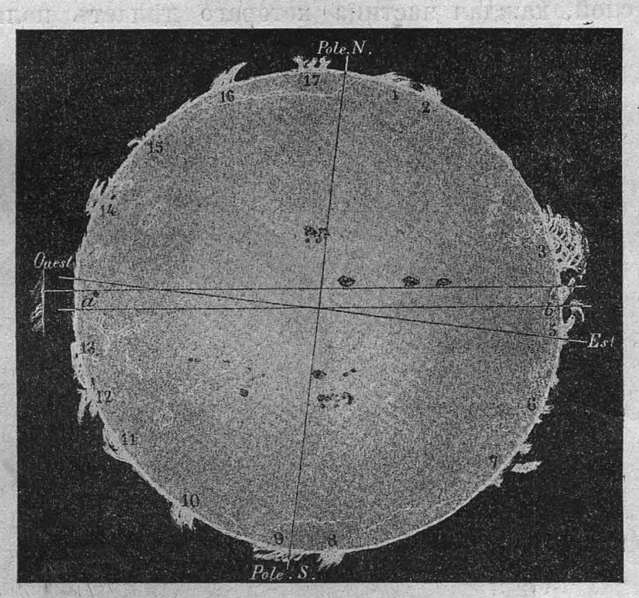


Рис. 7. Солнце съ факелами, пятнами и протуберанцами.

Необходимо отмѣтить, что всѣ наблюдаемые на поверхности Солнца процессы не проявляются всегда одинаково интенсивно. Это лучше всего можно видѣть по количеству солнечныхъ пятенъ, которыя періодически возрастаютъ въ своемъ числѣ, а затѣмъ вновь убываютъ. Между двумя эпохами наибольшаго количества пятенъ проходитъ въ среднемъ около одиннадцати лѣтъ. Но, кромѣ пятенъ, та

[1]) *Прим.* Зодіакомъ называется поясъ небесной сферы, простирающійся на 8^0 въ обѣ стороны отъ эклиптики, т.-е. линіи, описанной на небесной сферѣ центромъ Солнца, при кажущемся годовомъ его обходѣ вокругъ Земли. Поясъ зодіака называется иначе кругомъ животныхъ, такъ какъ въ этомъ поясѣ расположены 12 созвѣздій зодіака, называемыя—почти всѣ — именами животныхъ: Овенъ, Телецъ, Близнецы, Ракъ, Левъ, Дѣва, Вѣсы, Скорпіонъ, Стрѣлецъ, Козерогъ, Водолей, Рыбы. Зодіакъ раздѣляется на 12 равныхъ частей, въ каждой по 30^0, которыя называются знаками зодіака, одноименными съ расположенными въ нихъ зодіакальными созвѣздіями. По каждому изъ этихъ знаковъ Солнце, при своемъ видимомъ годовомъ обходѣ небесной сферы, проходитъ приблизительно въ теченіе одного мѣсяца.

же періодичность проявляется и на факелахъ, протуберанцахъ, коронѣ и вообще на всемъ циклѣ явленій, наблюдаемыхъ на поверхности нашего дневного свѣтила.

Трудно сказать что-либо достовѣрное о строеніи центральныхъ частей Солнца. Разныя основанія указываютъ лишь на то, что наше свѣтило должно быть или жидкимъ, или газообразнымъ. Объ этомъ, между прочимъ, свидѣтельствуетъ характеръ вращенія солнечнаго тѣла около его оси. Именно, всякій поясъ поверхности Солнца имѣетъ особую скорость вращенія. Быстрѣе всего движется экваторіальный слой, каждая частица котораго дѣлаетъ полный оборотъ приблизи-

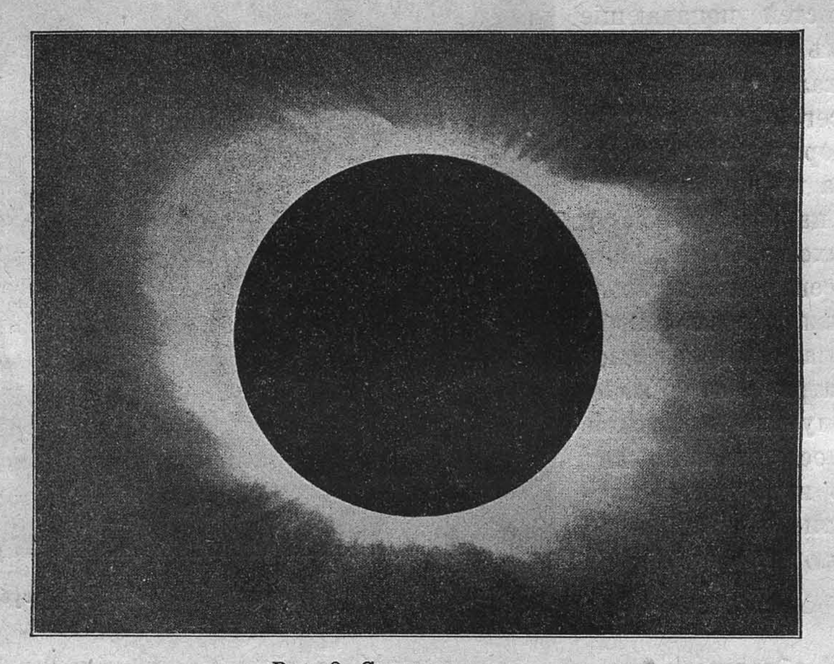


Рис. 8. Солнечная корона.

тельно въ теченіе 25 дней. Затѣмъ скорость вращенія отъ экватора къ обоимъ полюсамъ постепенно замедляется, и на геліографической широтѣ, напримѣръ, 80° полный оборотъ частицы этой параллели дѣлаютъ приблизительно въ 36 дней. Твердое тѣло, очевидно, такимъ образомъ вращаться не можетъ. Слѣдовательно, Солнце должно быть или жидкимъ, или—что болѣе вѣроятно—газообразнымъ.

Какъ тѣло же газообразное, по крайней мѣрѣ въ своихъ наружныхъ частяхъ, Солнце должно имѣть на разныхъ разстояніяхъ отъ центра весьма различную температуру. Разныя опредѣленія даютъ для температуры фотосферы значеніе около 6000° (С). Съ приближеніемъ же къ центру температура должна сильно возрастать, и въ грубомъ приближеніи считаютъ, что верхніе слои солнечнаго тѣла имѣютъ сотни тысячъ градусовъ тепла, а у центра значительно больше.

3. Общее ознакомленіе съ міромъ Солнца.

Вынужденные ограничиться этими краткими данными въ ознакомленіи съ Солнцемъ [1]), мы напомнимъ, вкратцѣ же, о мірѣ нашего свѣтила и, прежде всего, о семьѣ его планетъ.

Читателю хорошо, конечно, извѣстно, что планетами называются небесныя тѣла, обращающіяся по эллиптическимъ орбитамъ вокругъ Солнца и освѣщаемыя лучами этого свѣтила, но не свѣтящіяся самостоятельно. Типичнымъ представителемъ солнечныхъ планетъ является обитаемая нами Земля (рис. 9).

Планетъ у Солнца всего насчитываютъ восемь большихъ (Меркурій, Венера, Марсъ, Земля, Юпитеръ, Сатурнъ, Уранъ и Нептунъ) и свыше восьмисотъ малыхъ, иначе еще называемыхъ астероидами. Эти числа не являются исчерпывающими солнечную семью, такъ какъ не исключена возможность существованія неизвѣстныхъ еще большихъ планетъ, въ особенности за предѣлами орбиты Нептуна; новые же астероиды открываются постоянно.



Рис. 9. Сравнительная величина Солнца и планетъ.

Планеты имѣютъ различную величину, массу, плотность, различныя времена вращенія вокругъ своихъ осей и обращенія вокругъ центральнаго свѣтила, разное устройство поверхностей и разную атмосферу. Онѣ имѣютъ также неодинаковое количество спутниковъ, т.-е. небольшихъ небесныхъ тѣлъ, обращающихся по эллиптическимъ орбитамъ вокругъ своихъ планетъ; типичнымъ примѣромъ спутниковъ является Луна въ отношеніи Земли. Но на всемъ этомъ пышномъ разнообразіи въ солнечной планетной семьѣ мы останавливаться здѣсь не можемъ и ограничимся указаніемъ лишь на размѣры планетъ и на разстоянія ихъ отъ Солнца.

Какъ уже указывалось, объемъ Земли въ 1 300 000 разъ меньше объема Солнца, разстояніе же между двумя этими небесными

---

[1]) Интересующихся болѣе детальнымъ знакомствомъ съ Солнцемъ мы позволимъ себѣ отослать къ популярной художественой монографіи „Солнце“ В. В. Стратонова.

тѣлами составляетъ около 149 милліоновъ километровъ. Если принять за единицу мѣры объемъ Земли, то остальныя планеты составятъ слѣдующія доли ея объема: Меркурій 0.05, Венера 0.90, Марсъ 0.16, Юпитеръ 1295, Сатурнъ 745, Уранъ 63 и Нептунъ 78. Бросаются въ глаза гигантъ солнечной семьи Юпитеръ и немного уступающій ему Сатурнъ; объ астероидахъ же, по ничтожности ихъ величины, не приходится и говорить. Если теперь примемъ среднее разстояніе отъ Солнца до Земли за единицу, то среднія разстоянія отъ него же остальныхъ планетъ выразятся слѣдующими числами: Меркурій 0.39, Венера 0.72, Марсъ 1.52, Юпитеръ 5.20, Сатурнъ 9.55, Уранъ 19.22 и Нептунъ 30.11; астероиды же расположатся между Марсомъ и Юпитеромъ на среднемъ разстояніи отъ Солнца около 2.7 тѣхъ же единицъ. Число нынѣ извѣстныхъ спутниковъ у планетъ выражается такими цифрами: у Земли 1 спутникъ, у Марса—2, Юпитера—9, Сатурна—10, Урана—4 и Нептуна—1.

Этотъ статистическій перечень цифръ нѣсколько сухъ и, быть можетъ, недостаточно нагляденъ. Воспроизведемъ поэтому съ нѣкоторыми дополненіями болѣе наглядную картину семьи солнечныхъ планетъ, примѣненную къ площади, занимаемой Петроградомъ, которую мы уже давали въ своей книгѣ „Солнце".

Прежде всего уменьшимъ мысленно масштабъ въ 500 милліоновъ разъ, т.-е., вмѣсто одного милліона километровъ (или почти стольких же верстъ), возьмемъ одну сажень. Солнцу отведемъ мѣсто у памятника Петру Великому; оно представится шаромъ съ поперечникомъ немного менѣе $1^1/_2$ сажени. Тогда планеты расположатся на разстояніяхъ и будутъ имѣть размѣры--приблизительно такого порядка.

Ближайшая изъ планетъ Меркурій, въ своемъ оборотѣ вокругъ Солнца, будетъ проходить подъ аркой между Сенатомъ и Синодомъ; его діаметръ будетъ составлять около одного сантиметра, т.-е. планета будетъ казаться величиной съ небольшую вишню.

Венера, съ поперечникомъ, какъ у серебряныхъ двадцати копеекъ, найдетъ свое мѣсто у начала Конногвардейскаго бульвара.

Земля будетъ проходить около сѣвернаго крыльца Исаакіевскаго собора; ея поперечникъ будетъ около трехъ сантиметровъ, т.-е. немного болѣе, чѣмъ у серебрянаго полтинника; въ одномъ аршинѣ отъ нея, какъ небольшая горошина, будетъ обращаться Луна.

У южнаго крыльца Исаакіевскаго собора будетъ проходить Марсъ; онъ будетъ имѣть въ сѣченіи размѣръ серебрянаго пятачка.

Далѣе, широкимъ поясомъ, пересѣкающимъ Морскую улицу, будутъ двигаться отряды астероидовъ, величиною съ сѣмена проса или мака.

Близъ городской думы, размѣрами съ хорошій кубанскій арбузъ (около 30 сантиметровъ), окажется гигантъ Юпитеръ.

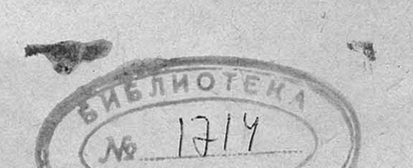
Немного меньшій по величинѣ (около 24 сантиметровъ) помѣстится Сатурнъ у скрещенія Невскаго и Литейнаго проспектовъ.

Наконецъ, размѣрами съ крупные апельсины, представятся: Уранъ на участкѣ Александро-Невской лавры и Нептунъ за чертой города, приблизительно въ двухъ верстахъ отъ Лѣсного института.

Но міръ Солнца не ограничивается многочисленной планетною семьей.

Всѣмъ извѣстныя гостьи небесъ, кометы, неожиданно и быстро бороздящія небо, приходя изъ далекихъ міровыхъ пространствъ, не всегда посѣщаютъ съ безнаказанностью для себя тѣ предѣлы, въ которыхъ кружатся вокругъ Солнца его планеты. Сила притяженія этихъ тѣлъ замедляетъ скорость кометнаго движенія, и путь ихъ въ пространствѣ становится замкнутымъ. Такія кометы оказываются вынужденными двигаться, подобно планетамъ, по эллиптическимъ орбитамъ вокругъ Солнца и становятся постоянными членами его семьи. Онѣ бываютъ видимы, приближаясь черезъ опредѣленные періоды времени къ Солнцу, а потому и называются періодическими кометами. Много ли такихъ кометъ — достовѣрно сказать нельзя, такъ какъ не всѣ онѣ обнаружены; въ настоящее же время извѣстно около двухъ десятковъ періодическихъ кометъ. Наиболѣе растянутый эллипсъ вокругъ Солнца изъ нихъ описываетъ всѣмъ извѣстная, по крайней мѣрѣ по имени, комета Галлея, которая удаляется за предѣлы орбиты Нептуна и возвращается къ Солнцу черезъ каждыя 76 лѣтъ.

Въ тѣсной, родственной связи съ кометами находится нѣкоторое число роевъ метеоровъ, также движущихся по замкнутыть путямъ вокругъ Солнца. Изъ этихъ роевъ наиболѣе извѣстенъ рой Персеидовъ, иначе „слезъ св. Лаврентія", разряжающійся каждый годъ въ десятыхъ числахъ августа паденіемъ многихъ метеоровъ, кажущихся исходящими изъ созвѣздія Персея, откуда и произошло ихъ названіе. Существуютъ еще, также названные по соотвѣтственнымъ созвѣздіямъ, Леониды, Лириды, Оріониды и пр. Но, кромѣ такихъ метеоровъ, которые роями странствуютъ по опредѣленнымъ путямъ, междупланетное пространство населено еще великимъ множествомъ такъ называемыхъ спорадическихъ метеоровъ, бороздящихъ небо, повидимому, во всевозможныхъ направленіяхъ. Мы замѣчаемъ эти метеоры въ большомъ числѣ каждую ночь подъ видомъ падающихъ звѣздъ, когда они, приближаясь подъ вліяніемъ притяженія къ Землѣ съ большой быстротой, раскаляются отъ тренія о земную атмосферу.





Большинство метеоровъ ничтожны по величинѣ — съ песчинку или немного болѣе; очень рѣдкіе достигаютъ вѣса въ нѣсколько фунтовъ или даже нѣсколько пудовъ.

Итакъ, мы достовѣрно знаемъ, что міръ Солнца, одной изъ звѣздъ, очень сложенъ, и наше свѣтило совершаетъ свой путь по небесному пространству, сопровождаемое свитой, почтенной по числу и разнообразной по составу. И это — даже въ томъ предположеніи, что весь составъ солнечнаго міра намъ уже извѣстенъ, а утверждать послѣднее, конечно, никто не станетъ.

Между тѣмъ, если посмотрѣть на солнечный міръ отъ ближайшей звѣзды, онъ представится простой свѣтлой точкой безъ сколько-нибудь измѣримаго діаметра. Ни Юпитеръ, ни тѣмъ болѣе какой-либо другой изъ членовъ солнечной семьи не смогутъ быть выдѣлены и замѣчены. Даже шаръ, описанный отъ Солнца радіусомъ отдаленнѣйшей Нептуновой орбиты, отъ ближайшей звѣзды показался бы простой точкой.

То же самое, почти навѣрное, примѣнимо и къ другимъ звѣздамъ. Нельзя, безъ сомнѣнія, утверждать, что всѣ звѣзды непремѣнно именно таковы, какъ Солнце. Если даже не считаться съ совершенно исключительными случаями, то многія изъ нихъ, какъ мы говорили, все же больше, а другія меньше Солнца; однѣ горячѣе, другія холоднѣе его; плотность многихъ значительно больше, другихъ меньше. Однѣ могутъ имѣть болѣе скромный міръ планетъ, кометъ и пр., другія гораздо богаче и разнообразнѣе. Все это возможно, все это, вѣроятно, и существуетъ. Но несомнѣнно, что при настоящихъ способахъ изслѣдованія съ разстоянія, отдѣляющаго одну звѣзду отъ другой, мы бы различить этого не смогли.

А это побуждаетъ насъ условиться о слѣдующемъ ограниченіи. Пусть въ нашемъ воображеніи не существуетъ болѣе ни Земли, ни гигантскаго Солнца, ни другихъ планетъ и кометъ и пр. Весь міръ Солнца, съ его поперечникомъ въ десятки тысячъ милліоновъ километровъ, мы мысленно сведемъ къ точкѣ, къ простой серебристой пылинкѣ во вселенскихъ пустыняхъ. И подобно Солнцу, мы сведемъ къ свѣтящейся точкѣ міръ каждой изъ остальныхъ звѣздъ. Съ этимъ ограниченіемъ и приступимъ къ ознакомленію со звѣзднымъ воинствомъ.

II.

Общій обзоръ звѣзднаго неба.

1. Созвѣздія.

Два факта привлекаютъ къ себѣ вниманіе каждаго, кто внимательно вглядывается въ звѣздное небо: во-первыхъ, кажущееся соединеніе звѣздъ въ отдѣльныя группы и, во-вторыхъ, чрезвычайное разнообразіе ихъ яркостей.

Звѣздное небо надо изучать по натурѣ. Никакое описаніе не принесетъ такой пользы и не дастъ того высокаго наслажденія, которое получается при чтеніи самой звѣздной небесной книги. Но надо выбирать для наблюденій ясныя и безлунныя ночи и производить ихъ въ мѣстѣ, гдѣ глазамъ не мѣшаетъ посторонній свѣтъ: въ полѣ, на морѣ, въ горахъ и т. п.

Глазъ нашъ стремится найти въ распредѣленіи звѣздъ систему и закономѣрность. Чтобы не потеряться въ усѣявшихъ небесный сводъ рояхъ звѣздъ, онъ прежде всего останавливается на яркихъ звѣздахъ, соединяетъ ихъ мысленно въ группы, и къ этимъ группамъ относитъ всю массу болѣе мелкихъ звѣздъ.

Такимъ образомъ и возникли созвѣздія.

Созвѣздія—это произвольно взятыя звѣздныя группы. Какъ общее правило, звѣзды сгруппированы по созвѣздіямъ независимо ни отъ ихъ взаимной связи, ни отъ дѣйствительной близости между собою. Только въ немногихъ исключительныхъ случаяхъ подобная группировка оказалась удачной и оправдалась впослѣдствіи существованіемъ дѣйствительной связи между звѣздами, входящими въ группу.

Созвѣздіямъ присвоены названія героевъ древности, животныхъ и разныхъ предметовъ. Однако, названія эти вообще не оправдываются конфигураціей звѣздъ въ группахъ; только въ немногихъ случаяхъ глазъ въ состояніи уловить очень приближенное сходство съ тѣмъ предметомъ, которымъ созвѣздіе названо.

Когда именно появилось впервые дѣленіе звѣздъ на созвѣздія,—мы не знаемъ. Это во всякомъ случаѣ относится къ глубокой древности. Притомъ разные народы, имѣвшіе свою культуру, имѣли и различно построенныя на небѣ звѣздныя группы, къ которымъ послѣ-

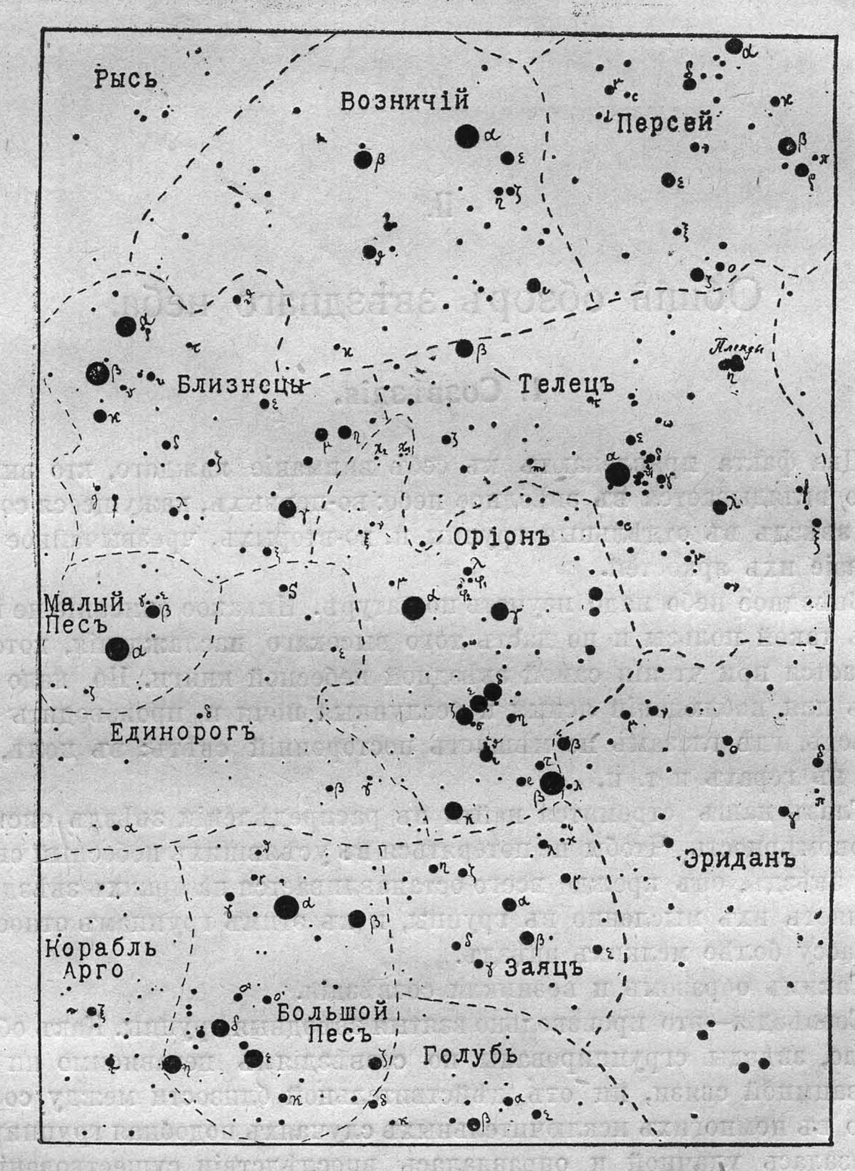


Рис. 10. Карта самой яркой части сѣвернаго неба.

дующія поколѣнія вносили свои добавленія. Система созвѣздій, которой мы пользуемся теперь, относится поэтому къ разнымъ періодамъ; возникла же она въ своихъ существенныхъ чертахъ не менѣе, какъ за двадцать вѣковъ до Р. Х. Такъ можно думать по той причинѣ,

что до насъ дошли указанія на нѣкоторыя созвѣздія изъ мѣстъ, гдѣ они теперь не видимы, но раньше, вслѣдствіе прецессіи, поднимались надъ горизонтомъ [1]).

Многія изъ созвѣздій зародились на равнинахъ Месопотаміи, и это преимущественно относится къ созвѣздіямъ зодіака. Темы для ихъ наименованія черпались изъ преданій старины, изъ современнаго міровоззрѣнія, частью же изъ метеорологическихъ явленій и т. п. Эти созвѣздія были переняты затѣмъ отъ халдеевъ греками, которые внесли въ нихъ измѣненія, соединили созвѣздія между собою своими миѳами, преимущественно связанными съ легендарнымъ походомъ Аргонавтовъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ, греки пріурочили созвѣздія къ областямъ

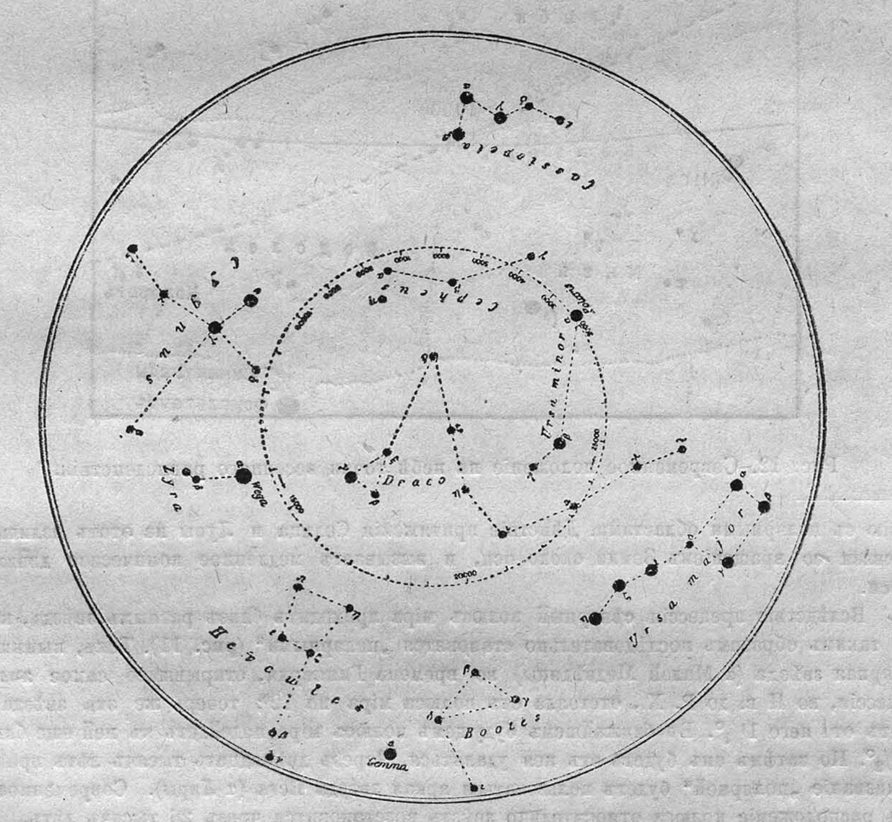


Рис. 11. Перемѣщеніе, вслѣдствіе прецессіи, небеснаго полюса между звѣздами.

---

[1]) *Прим.* Прецессія или, иначе, предвареніе равноденствій, проявляется въ томъ, что земная ось, а слѣдовательно и ея продолженіе—ось міра, въ теченіе приблизительно 26 тысячъ лѣтъ описываетъ коническую поверхность около оси экватора. Вслѣдствіе этого, на небесной сферѣ полюсъ міра описываетъ вокругъ полюса эклиптики окружность съ радіусомъ въ $23\frac{1}{2}^\circ$ (извѣстно, что на такой уголъ наклонены между собою плоскости эклиптики и экватора). Причина прецессіи заключается въ томъ фактѣ, что Земля имѣетъ форму не сферы, какъ обыкновенно принимаютъ для упрощенія, а приблизительно форму эллипсоида; вслѣдствіе этого близъ экваторіальнаго пояса находится излишекъ массы по сра-

неба, а не къ отдѣльнымъ звѣздамъ, какъ это было у халдеевъ. Мы узнали о греческихъ 48 созвѣздіяхъ изъ извѣстнаго астрономическаго труда Птолемея „Альмагестъ"; поэтому они и до сихъ поръ называются Птолемеевыми созвѣздіями.

Греческія созвѣздія дошли до насъ черезъ посредство арабовъ. Но древнихъ рисунковъ фигуръ созвѣздій мы не знаемъ. Тѣ же фи-

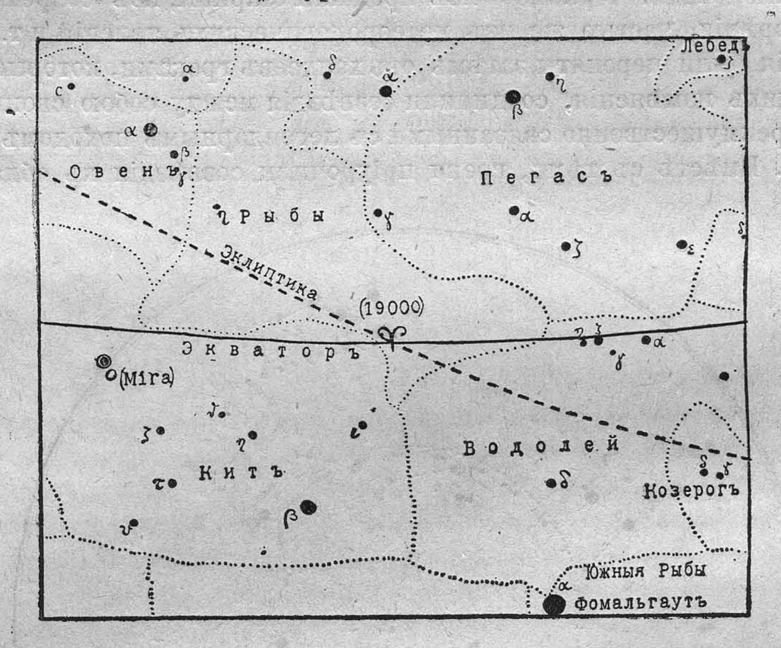


Рис. 12. Современное положеніе на небѣ точки весенняго равноденствія.

вненію съ полярными областями. Дѣйствіе притяженія Солнца и Луны на этотъ излишекъ, въ связи со вращеніемъ Земли около оси, и вызываетъ медленное коническое движеніе ея оси.

Вслѣдствіе прецессіи сѣверный полюсъ міра проходитъ близъ разныхъ звѣздъ, которыя такимъ образомъ послѣдовательно становятся „полярными" (рис. 11). Такъ, нынѣшняя Полярная звѣзда (α Малой Медвѣдицы) во времена Гиппарха, открывшаго самое явленіе прецессіи, во II в. до Р. Х., отстояла отъ полюса міра на 12°; теперь же эта звѣзда отстоитъ отъ него $1^1/_4$°. Въ ближайшемъ будущемъ полюсъ міра подойдетъ къ ней еще ближе, на $^1/_2$°. Но затѣмъ онъ будетъ отъ нея удаляться. Черезъ двѣнадцать тысячъ лѣтъ правомъ на названіе „полярной" будетъ пользоваться яркая звѣзда Вега (α Лиры). Современное же намъ расположеніе полюса относительно звѣздъ возстановится чрезъ 26 тысячъ лѣтъ.

Результатомъ перемѣщенія полюса міра по небесному своду является также и то, что нѣкоторыя созвѣздія, прежде восходившія надъ даннымъ мѣстомъ, теперь не видимы и наоборотъ.

Одновременно съ полюсомъ міра перемѣщается среди звѣздъ и небесный экваторъ; вслѣдствіе этого перемѣщается и точка пересѣченія экватора и эклиптики, т.-е. точка весенняго равноденствія. Передвиженіе ея происходитъ приблизительно на 50" въ годъ, въ направленіи отъ востока къ западу, т.-е. навстрѣчу видимому движенію Солнца. Поэтому Солнце вступаетъ въ точку весенняго равноденствія раньше, чѣмъ оно сдѣлаетъ полный годовой оборотъ по небесной сферѣ, то-есть равноденствіе наступаетъ ранѣе—„предваряется", отчего разсматриваемое явленіе и получило свое названіе.

гуры, которыя встрѣчаются въ настоящее время на астрономическихъ картахъ или глобусахъ, частью имѣютъ арабское происхожденіе, частью же составлены въ позднѣйшія времена (рис. 13). Между прочимъ, только съ XI вѣка стали встрѣчаться и символическія обозначенія созвѣздій зодіака.

Птолемеевы созвѣздія не охватывали, однако, всѣхъ областей неба. Чтобы заполнить пустоты, въ позднѣйшіе и уже недалекіе отъ насъ вѣка стали вводить новыя звѣздныя сочетанія. Это было умѣстно относительно неизвѣстнаго ранѣе южнаго звѣзднаго неба; но въ формированіе новыхъ созвѣздій было внесено несомнѣнное увлеченіе.

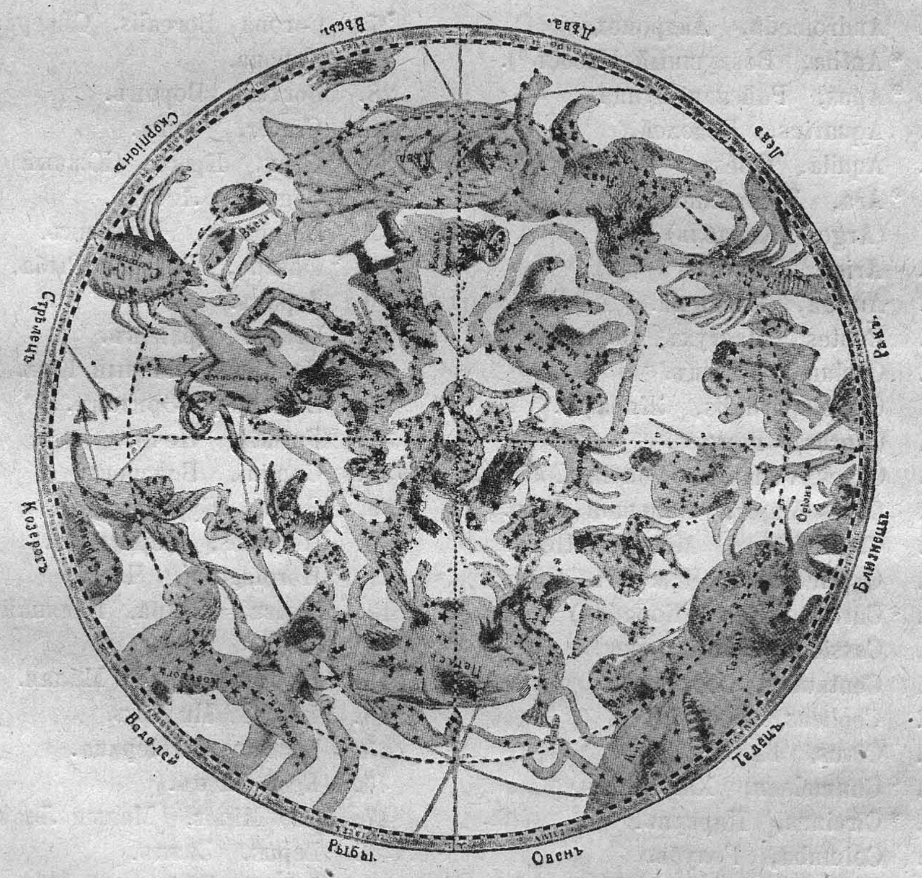


Рис. 13. Фигуры созвѣздій сѣвернаго неба.

Нельзя сказать, чтобы при этомъ была всегда удачна и самая номенклатура новыхъ созвѣздій. Такъ, Лакайль, въ XVIII в., вдохновляемый почтеннымъ, конечно, побужденіемъ прославленія наукъ и искусствъ, ввелъ на небо такія, напримѣръ, созвѣздія: „Часы съ маятникомъ", „Воздушный насосъ", „Циркуль и линейка", „Мастерская скульптора" и т. п. Другіе же, создавая новыя созвѣздія, имѣли намѣреніемъ

прославленіе или снисканіе благоволенія своихъ покровителей; такъ возникли „Щитъ Собѣсскаго", „Быкъ Понятовскаго"... Были также и неудавшіяся попытки придать небу христіанское содержаніе: напримѣръ, двѣнадцать созвѣздій зодіака пытались замѣнить двѣнадцатью апостолами, созвѣздіе Змѣеносца—„папой Бенедиктомъ", Большого Пса—„Царемъ Давидомъ" и т. п.

Не всѣ, однако, изъ новыхъ созвѣздій удержались въ астрономической практикѣ, и въ настоящее время употребительны слѣдующія изъ нихъ:

Созвѣздія:

1. Andromeda, Андромеда.
2. * Antlia, Воздушный Насосъ [1]).
3. * Apus, Райская Птица.
4. Aquarius, Водолей.
5. Aquila, Орелъ.
6. * Ara, Жертвенникъ.
(Argo, Корабль) [2])
7. Aries, Овенъ.
8. Auriga, Возничій.
9. Bootes, Пастухъ, Волопасъ.
10. Caelum, Рѣзецъ.
11. Camelopardalis, Жирафъ.
12. Cancer, Ракъ.
13. Canes Venatici, Гончія Собаки.
14. Canis Major, Большой Песъ.
15. Canis Minor, Меньшій Песъ.
16. Capricornus, Козерогъ.
17. * Carina, Киль (Корабля)
18. Cassiopeja, Кассіопея.
19. Centaurus, Центавръ.
20. Cepheus, Цефей.
21. Cetus, Китъ.
22. * Chameleon, Хамелеонъ.
23. * Circinus, Циркуль.
24. Columba, Голубь.
25. Coma Berenices, Волосы Вереники.
26. * Corona Australis, Южная Корона.
27. Corona Borealis, Сѣверная Корона.
28. Corvus, Воронъ.
29. Crater, Чаша.
30. * Crux, Крестъ (Южный)
31. Cygnus, Лебедь.
32. Delphinus, Дельфинъ.
33. * Dorado, Золотая Рыба, Дорадъ.
34. Draco, Драконъ.
35. Equuleus, Малый Конь.
36. Eridanus, Эриданъ.
37. * Fornax, Печь.
38. Gemini, Близнецы.
39. Grus, Журавль.
40. Hercules, Геркулесъ.
41. * Horologium, Часы.
42. Hydra, Гидра, Водяная Змѣя.
43. * Hydrus, Гидра Малая.
44. * Indus, Индіецъ.
45. Lacerta, Ящерица.
46. Leo, Левъ.
47. Leo Minor, Малый Левъ.
48. Lepus, Заяцъ.
49. Libra, Вѣсы.
50. Lupus, Волкъ.
51. Lynx, Рысь.

---

[1]) *Прим.* Звѣздочкой обозначены созвѣздія, невидимыя въ среднихъ сѣверныхъ широтахъ.

[2]) *Прим.* Вмѣсто большого созвѣздія Argo — Корабль Арго, чаще примѣняютъ выдѣленныя въ самостоятельныя созвѣздія его составныя части, №№: 17, Carina — Киль; 68, Puppis—Корма; 69, Pyxis—Компасъ и 85, Vela—Парусъ.

52. Lyra, Лира.
53. * Mensa, Столъ.
54. * Microscopium, Микроскопъ.
55. Monoceros, Единорогъ.
56. Musca, Муха.
57. * Norma, Угломѣръ.
58. * Octans, Октантъ.
59. Ophiuchus, Змѣеносецъ.
60. Orion, Оріонъ.
61. * Pavo, Павлинъ.
62. Pegasus, Пегасъ.
63. Perseus, Персей.
64. * Phoenix, Фениксъ.
65. * Pictor, Живописецъ.
66. Pisces, Рыбы.
67. * Piscis Austrinus, Южная Рыба.
68. * Puppis, Корма (Корабля)
69. * Pyxis, Компасъ (Корабля)
70. * Reticulum, Сѣтка Телескопа.
71. Sagitta, Стрѣла.
72. Sagittarius, Стрѣлецъ
73. * Scorpius, Скорпіонъ.
74. Sculptor, Ваятель.
75. Scutum Sobiesii, Щитъ Собѣсскаго.
76. Serpens, Змѣя.
77. Sextans, Секстанъ.
78. Taurus, Телецъ.
79. * Telescopium, Телескопъ.
80. Triangulum, Треугольникъ.
81. * Triangulum Austrinum, Южный Треугольникъ.
82. * Tucana, Туканъ.
83. Ursa Major, Большая Медвѣдица.
84. Ursa Minor, Малая Медвѣдица.
85. * Vela, Парусъ (Корабля).
86. Virgo, Дѣва.
87. * Volans (Piscis), Летучая Рыба.
88. Vulpecula, Лисичка.

Имѣетъ ли значеніе въ настоящее время дѣленіе звѣзднаго неба на созвѣздія? Конечно, это значеніе сильно уменьшилось. Раньше созвѣздія служили для нахожденія, съ помощью олицетворяющихъ ихъ фигуръ, звѣздъ. Теперь же обозначенія звѣздъ дѣлаются и проще и неизмѣримо точнѣе, благодаря примѣненію астрономическихъ координатъ [1]). Поэтому серьезнаго значенія для астронома пользованіе созвѣздіями не имѣетъ, тѣмъ болѣе, что между ними нельзя провести точной границы, и случается, что нѣкоторыя звѣзды относятся однимъ астрономомъ въ одно, другимъ—въ другое созвѣздіе. Они полезны только, какъ мнемоническая помощь для болѣе легкой оріентировки на небѣ и для сокращенія указаній,—въ особенности, если рѣчь идетъ о болѣе крупныхъ участкахъ неба.

[1]) *Прим.* Астрономическими или небесными координатами называются величины, при посредствѣ которыхъ опредѣляется положеніе свѣтилъ на небѣ. Подобнымъ же образомъ положеніе точекъ на поверхности Земли опредѣляется при помощи географическихъ координатъ. На Землѣ такими координатами являются широта и долгота мѣста. Извѣстно (рис. 15)., что географической широтой называется угловое разстояніе φ данной точки A отъ экватора, причемъ это разстояніе измѣряется по дугѣ меридіана PAP_1 этой точки. Географической же долготой L называется угловое разстояніе меридіана данной точки отъ меридіана PEP_1, условно принятаго за начальный, причемъ это разстояніе измѣряется по дугѣ экватора (или по дугѣ параллелей). Такимъ образомъ, за основной кругъ въ системѣ географическихъ координатъ принятъ земной экваторъ.

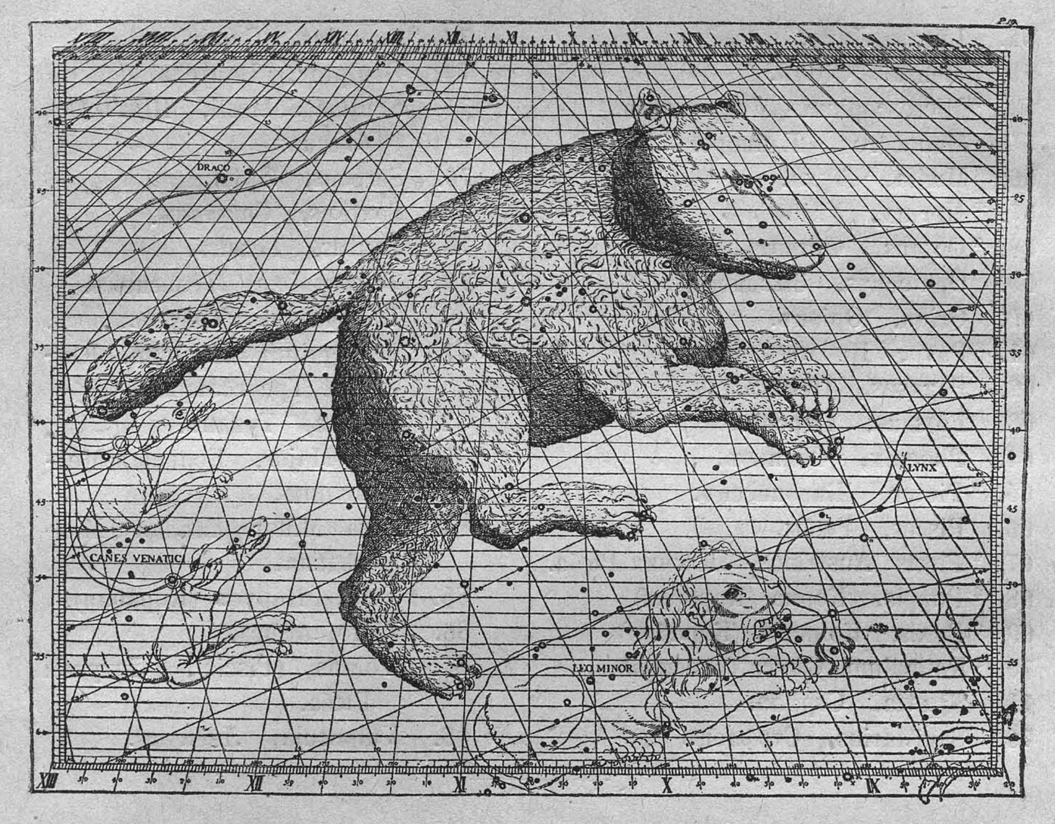


Рис. 14. Созвѣздіе Большой Медвѣдицы.

Небесныя координаты выражаются также въ угловыхъ разстояніяхъ на небесной сферѣ, съ отнесеніемъ системы координатъ къ тому или другому основному большому кругу, обыкновенно—къ горизонту, небесному экватору или эклиптикѣ. Для нашихъ цѣлей особенно важна система координатъ, опирающаяся на небесный экваторъ.

Въ этой системѣ координата, аналогичная земной географической широтѣ и выражающая угловое разстояніе данной звѣзды отъ небеснаго экватора, называется склоненіемъ звѣзды. Склоненіе, обыкновенно въ астрономіи обозначаемое греческой буквой δ, измѣряется (рис. 16) по дугѣ большого круга PSP_1, проведеннаго черезъ данную звѣзду S отъ одного (сѣвернаго) полюса міра P къ другому P_1 (южному) и называемаго кругомъ склоненій. Оно считается, подобно географическимъ широтамъ, положительнымъ къ сѣверу отъ небеснаго экватора EQ и отрицательнымъ къ югу.

Другая же координата, аналогичная географической долготѣ и выражающая угловое разстояніе круга склоненій PSP_1, проходящаго черезъ данную звѣзду S, отъ круга склоненій ΥP_1, условно принятаго за начальный, называется прямымъ восхожденіемъ; въ астрономіи прямое восхожденіе принято обозначать греческой буквой α. За начальный кругъ склоненій (аналогично тому, какъ на Землѣ одинъ изъ меридіановъ условно принимаютъ за „первый“) условились принимать тотъ, который проходитъ черезъ точку весенняго равноденствія (Υ). Прямыя восхождені гаютъ, какъ и географическія долготы, отъ 0^0 до 360^0, въ сторону, противоположную суточному движенію небесной сферы, т.-е. отъ запада къ востоку. При этомъ ихъ выражаютъ либо въ дуговыхъ единицахъ: градусахъ, минутахъ и т. д., либо же во времени. Въ послѣднемъ случаѣ исходятъ изъ того, что, при видимомъ движеніи небесной сферы, полный ея оборотъ въ 360^0 совершается въ 24 часа. Иначе говоря, въ одинъ часъ любая точка этой сферы опишетъ дугу въ 15^0, въ одну минуту—$15'$ и т. д.

Для оріентировки же на небѣ нѣтъ надобности знать всѣ это искусственныя группы звѣздъ, а также ихъ названія. Достаточно ознакомиться съ главнѣйшими созвѣздіями, въ числѣ около двухъ—трехъ десятковъ, и запомнить ихъ конфигураціи, составляемыя приблизительно сотней наиболѣе яркихъ звѣздъ.

Но пусть для педанта — спеціалиста созвѣздія теперь не болѣе, какъ звукъ пустой! Для тѣхъ, кто умѣетъ чувствовать поэзію звѣзднаго неба, было бы жаль отказаться отъ фантастическихъ картинъ, заполнившихъ небесный сводъ жизнью. Благодаря длинной вереницѣ вѣковъ, въ теченіе которыхъ эти образы мысленно созерцались на небѣ, они стали и близкими и дорогими. Любящимъ звѣздное небо кажутся родными и неуклюжая Большая Медвѣдица, и извивающійся Драконъ, и могучій Геркулесъ и небесная Лира. Невольно переживается эпоха, которая породила миѳы и понятія, нашедшіе себѣ памятники на небѣ. И болѣе, чѣмъ когда-либо, ощущается дуновеніе вѣчности при мысли о томъ, сколько смѣнившихся поколѣній послѣдовательно любовались этими небесными узорами, почти безсмертными по сравненію со мгновеніемъ человѣческой жизни.

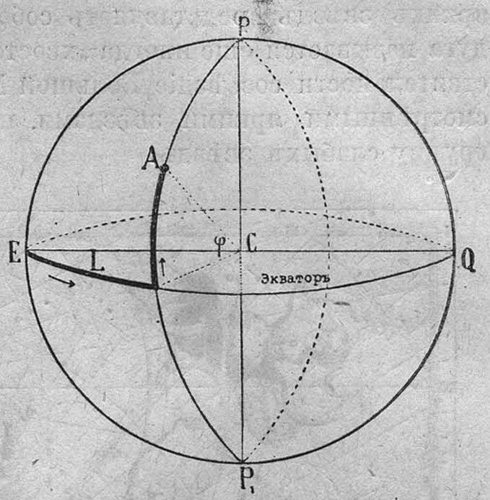


Рис. 15. Географическія координаты.

Уголъ φ—географическая широта.
Уголъ L—географическая долгота.

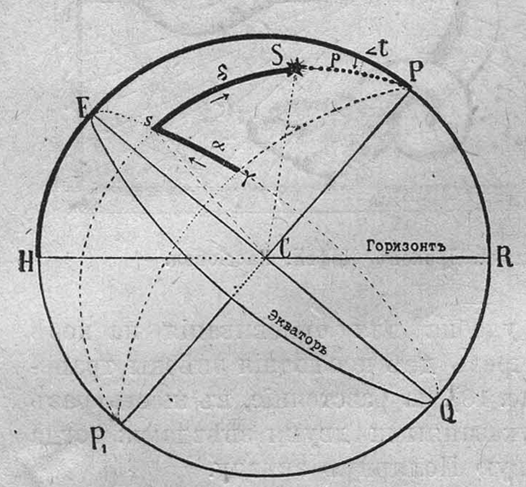


Рис. 16. Экваторіальныя координаты.

Дуга ♈s=α—прямое восхожденіе.
Дуга Ss=δ— склоненіе.

Мы обратимъ вниманіе читателя на небольшое число созвѣздій и прежде всего на тѣ, знаніе которыхъ полезно для первоначальной оріентировки на небѣ.

Принято начинать такой обзоръ съ Большой Медвѣдицы (рис. 14). Дѣйствительно, это наиболѣе популярное созвѣздіе; его знаютъ, вѣроятно, всѣ. Оно состоитъ изъ красивой группы яркихъ звѣздъ и видимо на небѣ почти постоянно, по крайней мѣрѣ въ среднихъ широтахъ. Большую

Медвѣдицу слѣдуетъ искать въ сѣверной части неба, недалеко отъ полюса міра. Семь ея наиболѣе яркихъ звѣздъ напоминаютъ конфигураціей либо ковшъ съ ручкой, либо же телѣгу—въ предположеніи, что четыре звѣзды трапеціи соотвѣтствуютъ колесамъ, а дуга изъ трехъ яркихъ звѣздъ представляетъ собой оглоблю. (рис. 18) Эта послѣдняя дуга называется еще иногда „хвостомъ" Большой Медвѣдицы. Въ дѣйствительности созвѣздіе Большой Медвѣдицы не ограничивается разсмотрѣнными яркими звѣздами, но охватываетъ и гораздо большую группу слабыхъ звѣздъ.

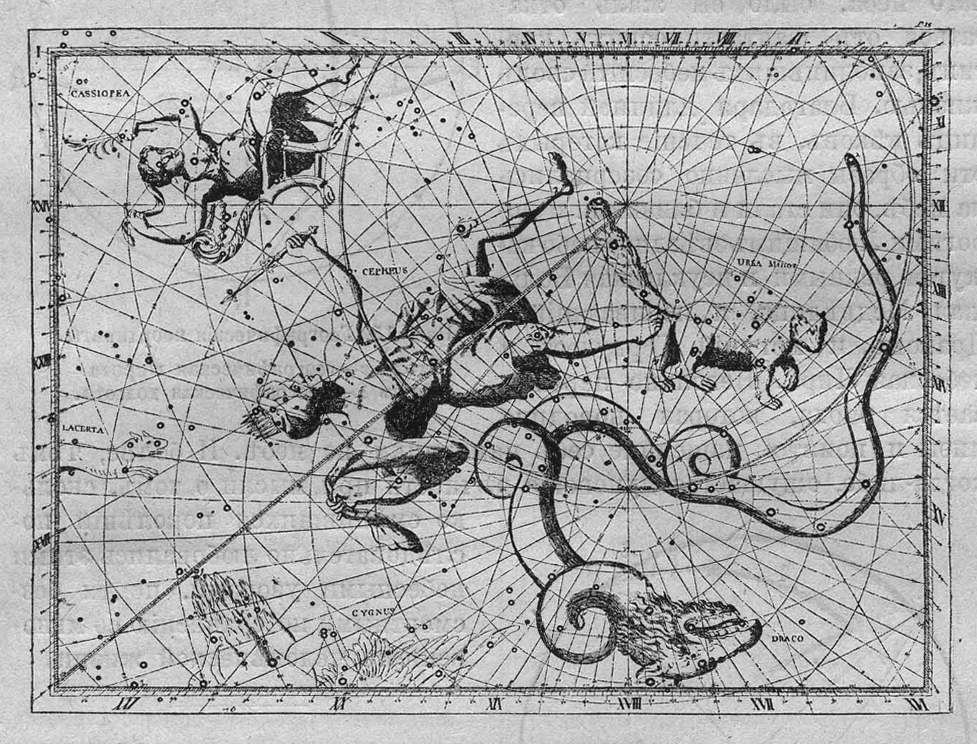


Рис. 17. Созвѣздія Малая Медвѣдица, Драконъ, Цефей, Кассіопея.

Большая Медвѣдица очень удобна для отыскиванія на небѣ Полярной звѣзды. Съ этой цѣлью чрезъ двѣ послѣднія звѣзды трапеціи проводятъ мысленно линію (рис. 18), на разстояніе, въ шесть разъ большее, чѣмъ разстояніе между указанными двумя звѣздами: тогда мы встрѣтимъ на нашей линіи яркую Полярную звѣзду.

Эта звѣзда также очень популярна, благодаря мало измѣняющейся, въ теченіе сутокъ, высотѣ ея надъ горизонтомъ. Вслѣдствіе своей близости къ сѣверному полюсу міра, она указываетъ приблизительно направленіе сѣвера, а потому можетъ служить—и дѣйствительно нерѣдко служитъ—путеводной звѣздой. Полярная звѣзда даетъ возможность найти созвѣздіе Малой Медвѣдицы, такъ какъ

она находится въ концѣ „хвоста" послѣдней. Малая Медвѣдица въ своей болѣе яркой части также состоитъ изъ семи звѣздъ въ видѣ ковша, но съ ручкой, выгнутой въ противоположную сторону. Составляющія же всю группу звѣзды слабѣе, чѣмъ въ Большой Медвѣдицѣ, за исключеніемъ только двухъ крайнихъ — Полярной и еще звѣзды, находящейся въ концѣ трапеціи изъ четырехъ звѣздъ.

Симметрично относительно Полярной звѣзды, но противоположно по сравненію съ Большой Медвѣдицей, расположено эффектное со-

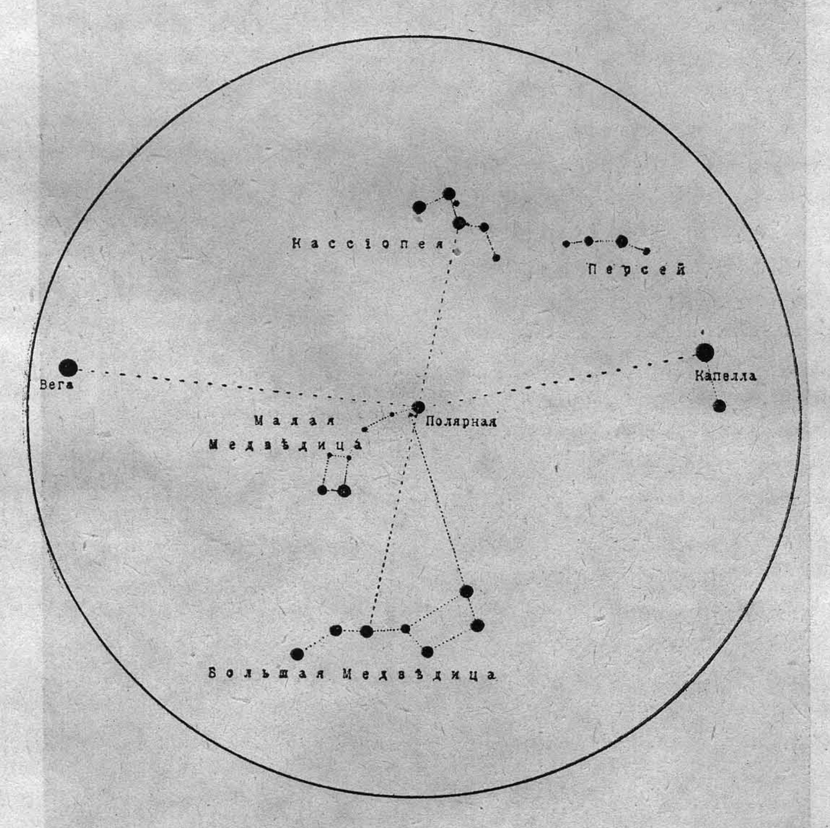


Рис. 18. Созвѣздія Большая и Малая Медвѣдицы, Кассіопея и звѣзды Вега и Капелла.

звѣздие Кассіопея, въ которой бросаются въ глаза пять яркихъ звѣздъ, конфигураціей своей напоминающія растянутую букву W. Благодаря близости къ сѣверному полюсу міра, Кассіопея также почти постоянно находится надъ горизонтомъ въ нашихъ широтахъ (рис. 17 и 18).

Если теперь мы воспользуемся полосой неба, идущей отъ Большой Медвѣдицы черезъ Полярную звѣзду къ Кассіопеѣ, то неподалеку и симметрично по отношенію къ этой полосѣ, но въ разныя стороны отъ нея, бросятся въ глаза двѣ очень яркія звѣзды. Одна изъ нихъ бѣло-голубоватая Вега, главная звѣзда въ созвѣздіи Лиры;

другая, желтоватая, Капелла, главная звѣзда въ созвѣздіи Возничаго. И Лира, и Возничій, включающіе въ себѣ много звѣздъ разной яркости, заслуживаютъ вниманія любознательнаго наблюдателя неба.

Зная положенія и приблизительныя конфигураціи этихъ пяти созвѣздій, наблюдатель почувствуетъ подъ собой почву для внѣшняго



Рис. 19. Фотографія суточныхъ путей звѣздъ вокругъ сѣвернаго полюса міра. Вслѣдствіе вращенія Земли звѣзды представляются описывающими вокруъ полюса міра дуги: чѣмъ ближе къ полюсу, тѣмъ радіусъ дугъ меньше.

изученія звѣзднаго неба. Съ ихъ помощью и прибѣгая къ хорошей звѣздной картѣ, онъ сможетъ безъ труда найти всѣ остальныя созвѣздія и звѣзды, проводя между ними мысленно прямыя линіи или небольшія дуги. Пэтому въ дальнѣйшемъ мы можемъ ограничиться привлеченіемъ вниманія читателя лишь къ болѣе интереснымъ созвѣздіямъ.

Такъ, слѣдуетъ ознакомиться съ группой зодіакальныхъ созвѣздій. Въ поясѣ зодіака находятся созвѣздія, идущія въ слѣдующемъ порядкѣ:

Овенъ	Вѣсы
Телецъ	Скорпіонъ
Близнецы	Стрѣлецъ
Ракъ	Козерогъ
Левъ	Водолей
Дѣва	Рыбы.

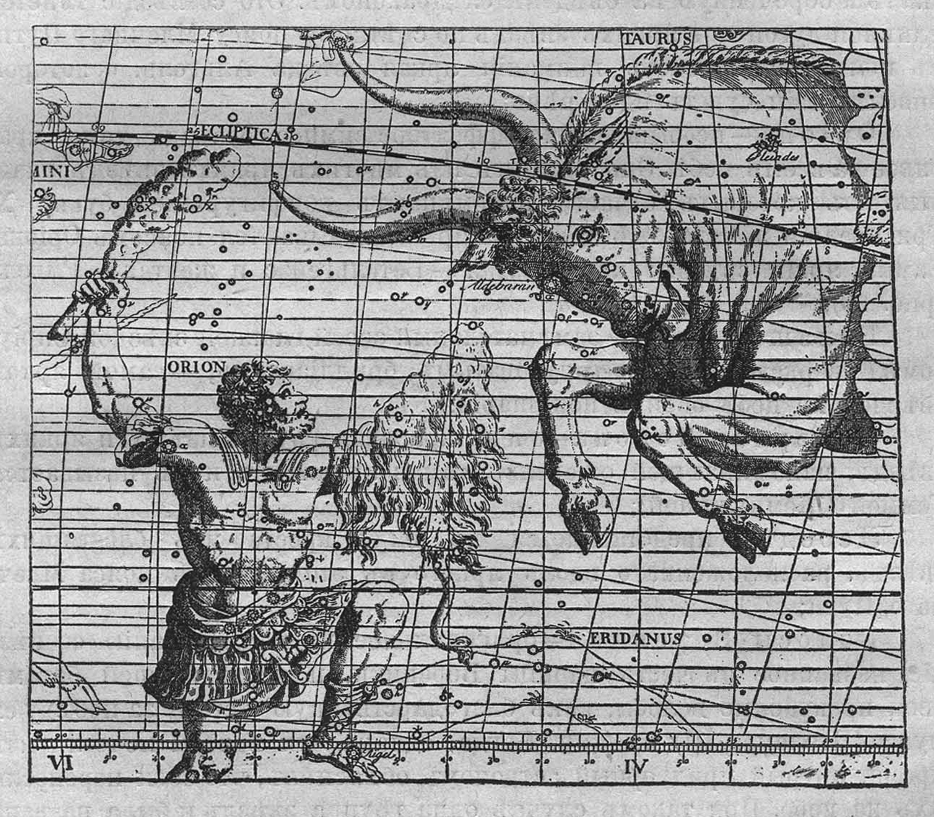


Рис. 20. Созвѣздія Оріонъ и Телецъ.

Съ Земли намъ представляется, будто Солнце каждый мѣсяцъ вступаетъ въ новый знакъ зодіака, т.-е. проходитъ черезъ соотвѣтственное созвѣздіе.

Въ этой группѣ особенно интересны:

Телецъ, съ очень яркой красноватой звѣздой Альдебараномъ и съ двумя тѣсно скученными группами звѣздъ: болѣе яркихъ—Гіадами и болѣе слабыхъ—Плеядами (рис. 20);

Близнецы, въ которыхъ выдѣляются двѣ отдѣльныя яркія звѣзды, носящія имена Кастора и Поллукса;

Левъ—широко разбросанная группа яркихъ звѣздъ въ видѣ трапеціи;

Дѣва съ очень яркой звѣздой Спикой;

Скорпіонъ, блистающій лѣтомъ на южной части горизонта; между яркими звѣздами Скорпіона, напоминающими конфигураціей лукъ со стрѣлой, выдѣляется ярко-красный Антаресъ.

Изъ другихъ созвѣздій очень красивы:

Персей, посвященный памяти легендарнаго героя, спасшаго необыкновенную красавицу древности Андромеду, прикованную къ скалѣ и обреченную на съѣденіе ея Дракономъ. Это созвѣздіе тянется длинной дугой изъ яркихъ звѣздъ по свѣтлому поясу Млечнаго Пути; въ немъ заслуживаетъ вниманія яркая звѣзда Альголь, о которой впослѣдствіи будетъ идти рѣчь;

Оріонъ—необыкновенно эффектное зимнее созвѣздіе, самое красивое на всемъ небѣ. Оно состоитъ изъ многихъ яркихъ звѣздъ, главныя изъ которыхъ отчасти напоминаютъ конфигураціей букву Х. Три среднія звѣзды, всѣ довольно яркія, называются поясомъ Оріона. Самыя яркія звѣзды: красноватая — Бетельгейзе и желтая — Ригель (рис. 20);

Большой Песъ—замѣчательный своей главной звѣздой Сиріусомъ, сверкающей бѣло-голубоватымъ брилліантомъ, — самой яркой звѣздой на небѣ обоихъ полушарій;

Сѣверная Корона—очень красивая группа изъ дуги яркихъ звѣздъ, напоминающей ожерелье; самая яркая изъ нихъ называется Геммой (Жемчужиной);

Лебедь — представляется въ видѣ креста изъ блестящихъ звѣздъ, расположеннаго вдоль яркаго въ этомъ мѣстѣ пояса Млечнаго Пути;

Волосы Вереники—оригинальное по наименованію созвѣздіе, названное въ честь царицы Вереники, пожертвовавшей богамъ свои прекрасные волосы, какъ благодарственную жертву за побѣду ея мужа (Птолемея III) въ Азіи. Когда, однако, эти волосы исчезли изъ храма, хитрый придворный астрономъ объяснилъ, что боги перенесли ихъ на небо. При такомъ случаѣ одна группа звѣздъ и была названа „Волосами Вереники". Все созвѣздіе состоитъ изъ мелкихъ, сверкающихъ искорками, звѣздъ, большая часть которыхъ съ трудомъ улавливается просто глазомъ, безъ помощи инструментовъ. Эта группа интересна еще тѣмъ, что она указываетъ приблизительное мѣстонахожденіе полюса Млечнаго Пути.

Изъ боязни слишкомъ затянуть описаніе созвѣздій, мы на этомъ остановимся, предоставляя дальнѣйшее знакомство со звѣзднымъ небомъ собственной любознательности читателя.

Необходимость какъ-нибудь обозначать отдѣльныя звѣзды совершенно очевидна. Многимъ изъ нихъ, въ числѣ нѣсколькихъ десятковъ, издавна присвоены собственныя имена. Другія же звѣзды въ старое время, какъ мы уже указывали, обозначались описательно, съ помощью части фигуры или тѣла животнаго, которымъ названо соотвѣтственное созвѣздіе. Напримѣръ, говорилось: яркая звѣзда „въ глазу Тельца" (Альдебаранъ), или звѣзда „во рту Большого Пса" (Сиріусъ), или еще „звѣзда въ колѣнѣ Оріона" (Ригель) и т. п. Подобнымъ же образомъ отмѣчалось мѣстонахожденіе болѣе слабыхъ звѣздъ, и этотъ способъ, хотя и удлинялъ обозначеніе, но цѣли въ общемъ достигалъ.

Такіе пріемы сохранялись еще въ XVI вѣкѣ. Но въ началѣ XVII вѣкѣ Байеръ впервые примѣнилъ на дѣлѣ способъ, предложенный еще раньше,—обозначать звѣзды съ помощью названія созвѣздія и греческаго алфавита, такъ что созвѣздіе являлось какъ бы наименованіемъ семьи, а буквы—наименованіемъ отдѣльныхъ ея членовъ. При этомъ самая яркая звѣзда называлась α: напр., α Большой Медвѣдицы, слѣдующая—β Большой Медвѣдицы, затѣмъ γ и т. д. Такъ какъ многія созвѣздія содержатъ болѣе яркихъ звѣздъ, чѣмъ заключаетъ въ себѣ греческій алфавитъ, то для обозначенія звѣздъ въ порядкѣ ихъ яркостей, послѣ греческаго, стали примѣнять латинскій алфавитъ, а когда и послѣдняго не хватало, то стали пользоваться еще арабскими цифрами, напр., 61 Лебедя и т. п. Этотъ способъ обозначенія, на практикѣ оказавшійся вполнѣ удобнымъ, примѣняется и въ настоящее время; однако, не удалось во всей строгости сохранить соотвѣтствіе между яркостью звѣзды и порядковой буквой алфавитовъ, и нерѣдко послѣдующей буквой алфавита обозначается болѣе слабая звѣзда, чѣмъ предыдущая. Напримѣръ, въ созвѣздіи Близнецовъ болѣе яркая звѣзда обозначается β, а слѣдующая α; при нормальномъ порядкѣ должно быть наоборотъ.

Однако, подобные способы обозначенія пригодны, развѣ, для нѣсколькихъ тысячъ яркихъ звѣздъ, но не пригодны для громаднаго количества болѣе слабыхъ. Въ этомъ случаѣ звѣзды иногда обозначаютъ тѣмъ номеремъ, подъ которымъ онѣ вошли въ составленную тѣмъ или другимъ астрономомъ извѣстную роспись звѣздъ, (например, такъ: Lalande 15290 и т. п.), такъ какъ съ помощью этой росписи всегда возможно опредѣлить астрономическія координаты данной звѣзды. Нерѣдко же звѣзды просто обозначаются при посредствѣ ихъ экваторіальныхъ координатъ: прямого восхожденія и склоненія; но при этомъ надо указывать, къ какому году относятся координаты, такъ какъ послѣднія, вслѣдствіе прецессіи, непрерывно измѣняются. Въ общемъ надо признать, что существующіе способы обозначенія слабыхъ звѣздъ лишены однообразія, сложны, а потому практически недостаточно удобны.

Приведемъ болѣе употребительныя названія—преимущественно очень яркихъ звѣздъ:

Аліотъ	ε Большой Медвѣдицы
Альголь	β Персея
Альдебаранъ	α Тельца
Альдераминъ	α Цефея
Альмахъ	γ Андромеды
Альниламъ	ε Оріона
Альтаиръ	α Орла
Альціоне	η Тельца
Альфардъ	α Гидры
Альфератъ	α Андромеды
Антаресъ	α Скорпіона
Арктуръ	α Волопаса
Ахернаръ	α Эридана
Беллятриксъ	γ Оріона
Бенетнашъ	η Большой Медвѣдицы
Бетельгейзе	α Оріона
Вега	α Лиры
Гамаль	α Овна
Ґемма (Жемчужина)	α Сѣв. Короны
Денебъ	α Лебедя
Денебола	β Льва
Дуббе	α Большой Медвѣдицы
Канопусъ	α Корабля
Капелла (Коза)	α Возничаго
Касторъ	α Близнецовъ
Кокабъ	β Мал. Медвѣдицы
Маркабъ	α Пегаса
Меракъ	β Большой Медвѣдицы
Мирахъ	β Андромеды
Мирфакъ	α Персея
Мицаръ	ζ Большой Медвѣдицы
Мирзамъ	β Большого Пса
Натъ	β Тельца
Поллуксъ	β Близнецовъ
Полярная	α Малой Медвѣдицы
Проціонъ	α Малаго Пса
Разальхагъ	α Офіуха
Регулусъ	α Льва
Ригель	β Оріона
Сиріусъ	α Большого Пса
Спика (Колосъ)	α Дѣвы
Фегда	γ Больш. Медвѣдицы
Фомальгаутъ	α Южн. Рыбы

Большая часть названій яркихъ звѣздъ — греческаго и латинскаго происхожденія, нѣкоторыя же арабскаго; напримѣръ, Альголь, Альдебаранъ, Вега, Ригель и пр. Имена болѣе слабыхъ звѣздъ — если только онѣ вообще имѣютъ собственныя имена — арабскія.

2. Яркость звѣздъ.

Даже при бѣгломъ осмотрѣ звѣзднаго неба обращаетъ на себя вниманіе разнообразіе яркостей звѣздъ. На небѣ глазъ видитъ разныя степени свѣтовой интенсивности, начиная отъ сверкающаго въ зимнія ночи яркимъ брилліантомъ Сиріуса и кончая едва уловимымъ блескомъ мельчайшихъ звѣздъ.

Еще за два почти вѣка до Р. Х., со временъ Гиппарха, звѣзды по яркости были раздѣлены на шесть классовъ, или, иначе, звѣзд-

ныхъ величинъ. Самыя яркія звѣзды, въ числѣ около двухъ десятковъ, были отнесены къ первой величинѣ; самыя же слабыя, свѣтъ которыхъ при нормальномъ зрѣніи едва улавливается въ ясныя и безлунныя ночи,—къ шестой. Промежуточнымъ по яркости звѣздамъ были приписаны 2, 3, 4 и 5 звѣздныя величины. Такое подраздѣленіе звѣздъ стало теперь глубоко укоренившейся привычкой.

Однако, подраздѣленіе всѣхъ видимыхъ просто глазомъ звѣздъ только на шесть величинъ оказалось недостаточнымъ, такъ какъ звѣзды, отнесенныя къ какой-нибудь опредѣленной величинѣ, въ сущности не точно равны между собою по блеску, и это прежде всего относится къ звѣздамъ, причисляемымъ къ первой величинѣ. Такимъ образомъ, оттѣнковъ яркости звѣздъ гораздо больше, чѣмъ шесть. Поэтому и ввели дѣленіе каждой величины еще на десятыя доли (а иногда даже и на сотыя доли), такъ что величины разныхъ звѣздъ выражаются, напримѣръ, слѣдующимъ образомъ: 1. 0, 1. 1, 1. 2,....2. 0, 2. 1,... 5. 9, 6. 0. Но есть звѣзды болѣе яркія, чѣмъ 1. 0 величины; онѣ обозначаются 0. 9, 0. 8, 0. 7 и т. д. до 0. 0, Еще болѣе яркія звѣзды получаютъ отрицательныя звѣздныя величины: — 0. 1, — 0. 2,.... — 1. 0 и т. д.

Дѣйствительно, каждый можетъ безъ труда провѣрить, что на небѣ замѣчается большое разнообразіе оттѣнковъ звѣздной яркости; особенно это замѣчается при навыкѣ къ фотометрическимъ наблюденіямъ. Авторъ, напримѣръ, различаетъ невооруженнымъ глазомъ свыше сотни разныхъ степеней яркости звѣздъ.

До изобрѣтенія телескопа ограничивались отнесеніемъ всѣхъ видимыхъ звѣздъ къ шести звѣзднымъ величинамъ, хотя нѣкоторые астрономы древности и различали звѣзды, невидимыя современниками. Но, съ примѣненіемъ къ наблюденію звѣздъ телескопа, обнаружилось громадное число неизвѣстныхъ ранѣе очень слабыхъ и разнообразныхъ по яркости звѣздъ. Это вынудило продолжить и далѣе ту же классификацію, до 7, 8,.. 10,..15 и т. д. звѣздныхъ величинъ. А такъ какъ съ прогрессомъ въ астрономическихъ инструментахъ и методахъ наблюденій, и въ особенности съ примѣненіемъ фотографіи, удается обнаруживать все болѣе и болѣе слабыя звѣзды, то предѣловъ шкалѣ звѣздныхъ величинъ болѣе не ставятъ [1]).

Первоначальное дѣленіе звѣздъ по яркостямъ на шесть величинъ было взято произвольно, но случайно оно оказалось очень удачнымъ. Именно, яркость звѣзды 1-й величины въ среднемъ въ $2^1/_2$ раза (точнѣе 2,512) больше, чѣмъ яркость звѣзды 2-й величины; яркость этой послѣдней въ среднемъ также въ $2^1/_2$ раза больше яркости звѣзды

---

[1]) *Прим.* О томъ, насколько при посредствѣ фотографіи увеличивается мощность инструмента, можно судить по такому, напримѣръ, факту: скромнымъ 13-дюймовымъ рефракторомъ Ташкентской обсерваторіи мы получали при 20-часовой экспозиціи отчетливыя изображенія такихъ слабыхъ звѣздъ, которыя едва различались на глазъ въ могучій 40-дюймовый рефракторъ обсерваторіи Іеркесъ въ Сѣверной Америкѣ.

3-й величины, и то же справедливо для всѣхъ послѣдующихъ классовъ. Отсюда выводится, что каждая звѣзда 1-й величины въ среднемъ въ 100, то-есть въ $(2^1/_2)^5$ разъ ярче звѣзды 6-й величины, въ 10 000 разъ ярче звѣзды 11-й и въ 1 000 000 ярче звѣзды 16-й величины и т. д.

Приводимъ списокъ двадцати самыхъ яркихъ звѣздъ всего неба, въ число которыхъ, слѣдовательно, входятъ всѣ звѣзды первой величины:

Обозначеніе:	Названіе:	Зв. величина:
α Большого Пса	Сиріусъ	—1.6
α Корабля	Канопусъ	—0.9
α Центавра	—	0.1
α Лиры	Вега	0.1
α Возничаго	Капелла	0.2
α Волопаса	Арктуръ	0.2
β Оріона	Ригель	0.3
α Малаго Пса	Проціонъ	0.5
α Эридана	Ахернаръ	0.6
β Центавра	—	0.9
α Орла	Альтаиръ	0.9
α Оріона	Бетельгейзе	0.9
α Южнаго Креста	—	1.0
α Тельца	Альдебаранъ	1.1
α Дѣвы	Спика	1.2
β Близнецовъ	Поллуксъ	1.2
α Скорпіона	Антаресъ	1.2
α Южной Рыбы	Фомальгаутъ	1.3
α Лебедя	Денебъ	1.3
α Льва	Регулусъ	1.3

Всѣ звѣзды первой величины становятся видимыми почти тотчасъ послѣ захода Солнца; онѣ хорошо видны даже при полной Лунѣ. Звѣзды же второй величины могутъ быть различаемы только въ концѣ сумерекъ; къ ихъ числу относятся, напримѣръ, α Мал. Медвѣдицы (Полярная звѣзда) и β того же созвѣздія, 6 звѣздъ изъ группы Большой Медвѣдицы, 3 болѣе яркія звѣзды Кассіопеи и пр. Звѣзды третьей величины — а тѣмъ болѣе еще болѣе слабыя — становятся видимыми только съ наступленіемъ полной темноты; къ ихъ числу, между прочимъ, принадлежатъ: δ и ε Кассіопеи, γ Малой Медвѣдицы, β Лебедя, γ, δ и ζ Персея и пр. Къ звѣздамъ 4-й величины относятся двѣ болѣе яркія звѣзды Волосъ Вереники, болѣе яркія звѣзды въ группѣ Плеядъ и т. д. Въ обѣихъ этихъ группахъ можно найти также примѣры звѣздъ 5-й и 6-й величинъ. Напримѣръ, въ Плеядахъ 4-й величиной оцѣниваются Альціоне, Атласъ, Электра и Майя; 5-й — Меропе, Тайгете, Плейоне; 6-й — Целено, Астеропе.

Быть можетъ, излишне пояснять, что звѣздная величина въ разсматриваемомъ смыслѣ не имѣетъ ничего общаго съ дѣйствительной геометрической величиной звѣздъ, такъ какъ видимая яркость каждой изъ нихъ зависитъ какъ отъ ея разстоянія, такъ и отъ силы ея собственнаго свѣченія.

Обычный видъ большой лучистой звѣзды обманчивъ: эта лучистость — явленіе субъективное, вызываемое преломленіемъ лучей въ глазу и въ атмосферѣ. При разсмотрѣніи же звѣздъ съ помощью телескопа онѣ — къ удивленію неопытнаго наблюдателя — какъ бы уменьшаются въ размѣрахъ: вмѣсто большой лучистой звѣзды видна только свѣтлая точка.

Звѣзды въ дѣйствительности представляются въ мощные телескопы маленькими точками, и ни у одной изъ нихъ не могъ быть до сихъ поръ измѣренъ діаметръ. Чтобы это понять, надо вспомнить о тождествѣ между Солнцемъ и звѣздами и посмотрѣть, какой величины показалось бы наше дневное свѣтило, если бы его отнести на то же разстояніе, на которомъ находятся звѣзды. Считаясь съ величиной солнечнаго діаметра въ 32′, можно вычислить, что съ разстоянія ближайшей звѣзды—ближайшей!—этотъ діаметръ, будетъ менѣе 0″. 01. Современными измѣрительными средствами такая величина не можетъ быть получена. Между тѣмъ, съ отдаленія всѣхъ остальныхъ звѣздъ, разстоянія которыхъ опредѣлено, діаметръ Солнца долженъ быть еще значительно меньше.

Измѣреніе величинъ звѣздъ производится при посредствѣ спеціальныхъ приборовъ, называемыхъ фотометрами, въ которыхъ яркости наблюдаемыхъ звѣздъ сравниваются либо съ одной избранной звѣздою на небѣ, либо же съ искусственной звѣздой въ инструментѣ. Такимъ способомъ произведено нѣсколько массовыхъ фотометрическихъ измѣреній звѣздъ, изъ которыхъ на первое мѣсто надо поставить опредѣленія Гарвардской обсерваторіи въ Сѣверной Америкѣ, руководимой извѣстнымъ астрономомъ Пиккерингомъ. Этими измѣреніями охвачено свыше 45 тысячъ звѣздъ.

Многочисленныя опредѣленія производились также въ Потсдамѣ, Оксфордѣ и въ Москвѣ (В. К. Церaскимъ).

Для измѣренія же не абсолютныхъ яркостей отдѣльныхъ звѣздъ, а для сравненія силы ихъ блеска только между собою, съ большимъ успѣхомъ примѣняются, кромѣ инструментальныхъ опредѣленій, также и наблюденія невооруженнымъ глазомъ; опытные наблюдатели достигаютъ такимъ способомъ результатовъ, мало уступающихъ по точности измѣреніямъ инструментальнымъ, и это должно быть приписано свойству глаза хорошо различать очень малыя разности въ свѣтовой интенсивности. Такой же по существу способъ оцѣнки яркостей звѣздъ производится и на фотографическихъ клише.

Необходимо, однако, дѣлать различіе между визуальной и фо-

тографической величиной звѣздъ. Между ихъ величинами, опредѣленными тѣмъ и другимъ изъ этихъ способовъ, вообще бываетъ разница, могущая доходить почти до двухъ величинъ. Часто бываетъ, что изъ двухъ звѣздъ болѣе яркая на глазъ (визуально) бываетъ на клише болѣе слабой, или наоборотъ. На этомъ вопросѣ мы еще остановимся дальше.

Точность измѣреній видимыхъ величинъ звѣздъ еще далеко не достигла желательной высоты. Въ этомъ дѣлѣ, при визуальныхъ наблюденіяхъ, сильное вліяніе оказываетъ субъективность наблюдателей при оцѣнкѣ свѣтовыхъ и цвѣтовыхъ оттѣнковъ, при фотографическихъ же неоднородность пластинокъ; сверхъ того замѣтно вліяютъ какъ инструментальные дефекты, такъ равно и неравномѣрная прозрачность земной атмосферы [1]).

Въ послѣднее время, для полученія болѣе однородныхъ оцѣнокъ звѣздныхъ величинъ, стали пользоваться нормальными ихъ образцами, измѣренными съ возможной точностью. Образцомъ, получившимъ въ средѣ астрономовъ широкое примѣненіе, являются величины яркостей звѣздъ, очень близкихъ къ сѣверному полюсу міра, опредѣленныя въ Гарвардской обсерваторіи; онѣ охватываютъ звѣзды до 21-й вели-

---

[1]) *Прим.* Атмосфера обладаетъ свойствомъ ослаблять яркость проходящихъ чрезъ нее свѣтовыхъ лучей. Это погасаніе лучей проявляется даже при вполнѣ на видъ чистомъ состояніи неба. Ясный примѣръ погасанія свѣта представляетъ Солнце, которое при наибольшей своей высотѣ, около полудня, свѣтитъ нестерпимо яркимъ бѣлымъ свѣтомъ; но оно значительно менѣе ярко и немного желтовато на небольшихъ высотахъ. Близъ горизонта же Солнце можно безнаказанно разсматривать и невооруженнымъ глазомъ, причемъ дневное свѣтило становится оранжевымъ или даже краснымъ. Точно такъ же и неопытному даже глазу бросается въ глаза, что яркость звѣздъ значительно убываетъ, когда, вслѣдствіе суточнаго движенія, онѣ понижаются къ горизонту.

Погасаніе свѣта въ атмосферѣ происходитъ по преимуществу вслѣдствіе поглощенія лучей парами и газами, входящими въ ея составъ, причемъ главную роль играютъ водяные пары. Отчасти же играетъ роль и разсѣяніе свѣта мельчайшими твердыми и жидкими частицами, постоянно пребывающими въ атмосферѣ, какъ, напримѣръ, пылью, органическимъ матеріаломъ, водяными каплями и т. п. Понятно, что погасаніе тѣмъ значительнѣе, чѣмъ длиннѣе путь свѣтового луча въ земной атмосферѣ. У самаго зенита и близъ него погасаніе почти не ощутимо; но оно становится очень чувствительнымъ съ приближеніемъ къ горизонту. Лишь въ самыя ясныя ночи и только тамъ, гдѣ воздухъ исключительно чистъ, можно различать у горизонта, въ моментъ восхода и захода, звѣзды средней яркости. Вообще же у горизонта можно видѣть только яркія звѣзды; обладающія же средней яркостью — погашаются атмосферой.

Вмѣстѣ съ тѣмъ, потеря свѣта не одинакова для разнаго рода лучей. Наиболѣе жадно поглощаются атмосферой голубые и фіолетовые лучи, значительно слабѣе красные и оранжевые.

Отсюда и происходитъ столь замѣтная окраска у горизонта въ красные тона бѣло-голубоватыхъ звѣздъ: изъ состава ихъ лучей всѣхъ цвѣтовъ спектра исчезаютъ голубые и фіолетовые лучи, и звѣзда, при общемъ ослабленіи ея яркости, окрашивается красными и фіолетовыми лучами, оставшимися, послѣ поглощенія, почти въ прежнемъ количествѣ. Съ вліяніемъ погасанія свѣта Земли атмосферой приходится считаться при измѣреніи яркости звѣздъ.

чины,—предѣла, достижимаго 60-дюймовымъ рефлекторомъ Вильсоновской обсерваторіи при 3-часовой экспозиціи.

До сихъ поръ рѣчь шла о видимыхъ величинахъ звѣздъ по яркости. Но въ послѣднее время при изслѣдованіяхъ получило частое примѣненіе выраженіе яркости звѣздъ въ такъ называемыхъ абсолютныхъ величинахъ. Этотъ терминъ обозначаетъ такую величину звѣзды, какую она имѣла бы, при удаленіи ея на одинаковое для всѣхъ ихъ разстояніе, именно на разстояніе, соотвѣтствующее параллаксу въ 0".1. Въ дальнѣйшемъ мы ближе ознакомимся съ представленіемъ объ этомъ разстояніи. При такихъ условіяхъ Солнце, напримѣръ, представилось бы звѣздой, равной приблизительно 5-й величинѣ (по болѣе новымъ опредѣленіямъ 4.8 величинѣ).

Наконецъ, говорятъ иногда еще объ абсолютной яркости звѣздъ: эта величина выражается въ яркости Солнца, принятой за единицу мѣры.

Интересно сравнить яркость Солнца съ яркостью нѣкоторыхъ звѣздъ.

Неоднократно дѣлались опредѣленія, какое мѣсто заняло бы по шкалѣ звѣздныхъ величинъ наше Солнце. Наиболѣе достовѣрнымъ, на основаніи сдѣланныхъ до сихъ поръ измѣреній, результатомъ оказывается, что Солнце слѣдуетъ считать звѣздой величины, опредѣляемой по визуальнымъ наблюденіямъ числомъ—26.6.

Солнце визуально ярче, чѣмъ, напримѣръ, Сиріусъ въ 10 000 милліоновъ разъ, а чѣмъ Капелла—въ 50 000 милліоновъ разъ. Но если бы Солнце отнести на то же разстояніе, на которомъ находится эта послѣдняя звѣзда, то вслѣдствіе убыванія яркости въ квадратномъ отношеніи къ разстоянію, Солнце показалось бы намъ звѣздочкой 5.5 или 6-й величины. Оно было бы одной изъ самыхъ слабыхъ звѣздъ, различаемыхъ просто глазомъ, и находилось бы на предѣлахъ такой видимости. На разстояніи Сиріуса оно казалось бы звѣздой 2-3 величины, а на разстояніи столь яркихъ Арктура или Бетельгейзе—Солнце просто глазомъ вовсе не было бы видимо. Отсюда можно заключить, что среди другихъ звѣздъ Солнце по яркости занимаетъ лишь скромное мѣсто [1]).

---

[1]) *Прим.* Есть еще одно соображеніе, позволяющее судить объ относительной яркости Солнца. Мы вскорѣ ознакомимся ближе съ параллаксами звѣздъ, съ помощью которыхъ опредѣляется разстояніе этихъ свѣтилъ отъ Солнца. Вычислено, что если бы какая-нибудь звѣзда имѣла ту же абсолютную яркость, что и Солнце, то для видимости ея въ качествѣ звѣзды 6-й величины, она должна бы имѣть параллаксъ не меньше, чѣмъ 0".08. Между тѣмъ, въ дѣйствительности, значительная часть звѣздъ, видимыхъ невооруженнымъ глазомъ, имѣетъ гораздо меньшій параллаксъ. Отсюда слѣдуетъ, что такія звѣзды вообще значительно—болѣе чѣмъ въ сто разъ—ярче абсолютно, по сравненію съ Солнцемъ. Стало быть, собственная яркость нашего дневного свѣтила далеко ниже средней яркости своихъ собратій.

Фотографическая же яркость Солнца опредѣляется Рэсселемъ, какъ звѣзда—25.93 величины.

Замѣтимъ между прочимъ, что визуальная яркость Луны въ среднее полнолуніе составляетъ—12.55 звѣздной величины.

Интересенъ еще также и вопросъ о собственной силѣ свѣта всего звѣзднаго неба, взятаго въ цѣломъ.

Такія опредѣленія были производимы неоднократно, напримѣръ, Ньюкомбомъ (Newcomb) и Бэрнсомъ (Burns), которые нашли, что вообще очень большой разности между свѣченіемъ отдѣльныхъ частей звѣзднаго неба не существуетъ. Въ частности, свѣченіе неба на разстояніи 25° отъ Млечнаго Пути и далѣе можетъ считаться постояннымъ; въ самомъ же Млечномъ Пути свѣченіе неба интенсивнѣе, чѣмъ въ другихъ районахъ, въ 2–3 раза. Въ болѣе опредѣленныхъ цифрахъ это свѣченіе выражено такъ: по Ньюкомбу, одинъ квадратный градусъ звѣзднаго неба въ отдаленныхъ мѣстахъ отъ Млечнаго Пути свѣтитъ съ такой силой, какъ 1.15 звѣздъ 5-й величины, а по Бэрнсу—какъ двѣ звѣзды той же величины. Фабри фотографическими измѣреніями получилъ среднее значеніе изъ этихъ цифръ, именно 1.46,—принимая за эталонъ визуальную величину Полярной звѣзды (2.12).

Что касается свѣченія всего звѣзднаго неба въ цѣломъ, то по Бэрнсу оно равно приблизительно силѣ освѣщенія, производимаго 27 000 звѣздъ 5-й величины; по Фабри же весь небесный сводъ сіяетъ, какъ 80 000 звѣздъ той же величины. Ньюкомбъ приравниваетъ его по яркости свѣченію 2 000, а Каптейнъ (Kapteyn) 2 384 звѣздъ первой величины (по Гарвардской фотометрической шкалѣ).

Между приведенными числами нѣтъ еще достаточнаго согласія, и это объясняется трудностями, вносимыми въ такое опредѣленіе, во-первыхъ, земными источниками освѣщенія атмосферы, а затѣмъ, еще и космическими источниками (свѣченіемъ другихъ небесныхъ тѣлъ: туманностей, метеоровъ и пр.), а отчасти и скрытымъ на глазъ свѣченіемъ атмосферы, производимымъ тѣми же процессами, которые вызываютъ появленіе полярныхъ сіяній.

Для читателей, любящихъ сравнительныя числа, мы приведемъ нѣкоторые выводы Чапмана (S. Chapman), основанные на фотографической шкалѣ величинъ; но предварительно замѣтимъ, что въ его выводахъ вообще существуетъ не замѣченная этимъ астрономомъ тенденція къ преуменьшенію числа звѣздъ слабыхъ величинъ, вслѣдствіе чего и его результаты должны быть разсматриваемы въ отношеніи слабыхъ звѣздъ, какъ минимальные.

По Чапману совмѣстный свѣтъ всѣхъ звѣздъ равенъ свѣту 700—800 звѣздъ первой величины (какъ было сказано, Ньюкомбъ и Каптейнъ по визуальной шкалѣ даютъ болѣе высокія цифры).

Иначе еще, весь свѣтъ звѣздъ, по Чапману, тождественъ свѣту 60 такихъ звѣздъ, какъ Сиріусъ, и 1 750 такихъ, какъ Полярная.

Почти весь звѣздный свѣтъ (90%) доставляется звѣздами не слабѣе 14 величины, хотя онѣ составляютъ небольшую часть общаго числа звѣздъ, быть можетъ что-нибудь порядка $\frac{1}{300}$—$\frac{1}{500}$

Если раздѣлить общее число звѣздъ, расположенныхъ въ порядкѣ яркостей, на двѣ равныя части, то вторая ихъ половина будетъ доставлять только $^1/_4$% всей совокупности звѣзднаго свѣта, а первая $99^3/_4$%.

Наконецъ, всѣ звѣзды вмѣстѣ даютъ свѣта почти въ сто разъ меньше, чѣмъ полная Луна.

3. Число звѣздъ.

Небесный сводъ производитъ впечатлѣніе, будто онъ усѣянъ безчисленнымъ количествомъ звѣздъ. Нерѣдко число звѣздъ приводятъ, какъ символъ неопредѣленнаго множества.

Такое впечатлѣніе объясняется въ нѣкоторой степени и физіологическими причинами. Глазъ обыкновенно видитъ звѣздъ больше, чѣмъ онъ можетъ ихъ насчитать. При обзорѣ свода небесъ, онъ замѣчаетъ очень большое число свѣтящихся точекъ, но нерѣдко бываетъ, что, при направленіи глаза на одну изъ такихъ точекъ, она исчезаетъ изъ виду. Причина этого явленія заключается въ томъ, что средина ретины нашего глаза не такъ чувствительна къ слабымъ свѣтовымъ впечатлѣніямъ, какъ ея края. Нерѣдко, затѣмъ, случается, что глазъ воспринимаетъ вспышки слабой звѣзды, невидимой въ обыкновенное время, при ея наибольшемъ свѣченіи вслѣдствіе мерцанія [1]).

[1]) *Прим.* Атмосфера производитъ одно изъ самыхъ красивыхъ зрѣлищъ на звѣздномъ небосклонѣ,—именно мерцаніе.

Кому не приходилось любоваться въ темную, безлунную, ночь, какъ звѣзды вспыхиваютъ, и гаснутъ и переливаютъ мгновенными разноцвѣтными огнями! Одинъ мигъ звѣзда показалась зеленой, слѣдующее мгновеніе она была красной, потомъ синей, и такія смѣны идутъ съ чрезвычайной быстротой. Свѣтъ мерцающей звѣзды то усиливается, то какъ бы вовсе исчезаетъ, и видимый діаметръ ея претерпѣваетъ сильныя перемѣны. А вокругъ звѣздъ вспыхиваетъ большій или меньшій вѣнецъ изъ лучей, тѣмъ большій,—чѣмъ ярче звѣзда.

Промежутки времени, въ теченіе которыхъ совершаются измѣненія цвѣта звѣздъ, ничтожны. Уловить ихъ всѣ невооруженнымъ глазомъ невозможно, но искусственными мѣрами, при помощи спеціальныхъ приборовъ, это удается. И оказывается, что при мерцаніи звѣзды мѣняютъ свой цвѣтъ по нѣсколько десятковъ разъ, а иногда и болѣе, чѣмъ по сто разъ въ секунду; въ нѣкоторыхъ случаяхъ замѣчали и свыше двухсотъ подобныхъ перемѣнъ. Понятно, что для глаза такія быстрыя смѣны цвѣтовъ сливаются, и, налагаясь одинъ на другой, цвѣта эти даютъ звѣздѣ бѣлую окраску. Иногда кажется еще глазу, будто при мерцаніи звѣзда какъ бы скачетъ на мѣстѣ, измѣняя въ разныя стороны свое положеніе.

Перемѣна яркости и цвѣта звѣздъ при мерцаніи вполнѣ реальны, но измѣненія видимыхъ размѣровъ, вѣнцы изъ лучей и скачки—все это иллюзія, возникающая въ глазахъ наблюдателя.

Тѣмъ не менѣе впечатлѣніе о громадномъ количествѣ звѣздъ, различаемыхъ на небѣ просто глазомъ, обманчиво. Пересчитать такія звѣзды вовсе не трудно, и это не одинъ разъ уже и было сдѣлано. Оказалось, что на всемъ небѣ можно видѣть при нормальномъ зрѣніи отъ пяти до шести тысячъ звѣздъ; это число, впрочемъ, сильно зависитъ отъ большей или меньшей прозрачности воздуха. При очень же остромъ зрѣніи и въ исключительно благопріятныхъ атмосферныхъ условіяхъ удавалось различать на всемъ небѣ невооруженнымъ глазомъ до 10—12 тысячъ звѣздъ. А такъ какъ мы видимъ въ каждый моментъ лишь половину небесной сферы, то, слѣдовательно, нормальному глазу, при взглядѣ на небо, удается видѣть отъ $2^1/_2$ до 3 тысячъ звѣздъ. Это количество, безъ сомнѣнія, очень далеко отъ неисчислимаго.

Съ примѣненіемъ астрономическихъ инструментовъ число видимыхъ звѣздъ быстро возрастаетъ. Уже въ хорошій бинокль ихъ видно свыше ста тысячъ; въ могучіе же телескопы, особенно съ примѣненіемъ астрономической фотографіи, число видимыхъ звѣздъ увеличивается буквально безпредѣльно.

Мерцаніе—это характерный признакъ для звѣздъ. Планеты почти вовсе не мерцаютъ, и даже малоопытный глазъ по спокойному ихъ блеску легко выдѣляетъ малочисленныя планеты среди множества мерцающихъ звѣздъ.

Разсматриваемое явленіе порождается атмосферой, которая, подобно стеклянной призмѣ, разлагаетъ на составные цвѣта падающіе на нее звѣздные лучи. Теченія воздуха, теплыя и холодныя струи и прочія подобныя явленія измѣняютъ неправильнымъ образомъ плотность воздушныхъ массъ. Это, въ свою очередь, вызываетъ измѣненія въ направленіи составныхъ лучей звѣздъ, и послѣдніе, попадая въ нашъ глазъ, производятъ впечатлѣніе окраски звѣзды въ тотъ или другой цвѣтъ. Нѣчто подобное бываетъ при проходѣ лучей свѣта черезъ колеблющіяся призматическія стеклышки люстръ.

Какъ и слѣдуетъ ожидать, мерцаніе тѣмъ сильнѣе, чѣмъ большую толщу воздуха проходятъ звѣздные лучи. Поэтому звѣзды сильнѣе всего мерцаютъ у горизонта и на небольшихъ высотахъ; близъ зенита же ихъ мерцаніе ничтожно. Не трудно замѣтить еще, что во всей полнотѣ мерцаніе наблюдается у яркихъ звѣздъ. У слабыхъ же оно замѣчается въ малой степени, совсѣмъ же слабыя звѣзды вовсе не показываютъ мерцанія. Само собою разумѣется, что ослабляется не мерцаніе звѣздъ, вмѣстѣ съ уменьшеніемъ ихъ яркости, а ослабляется для насъ возможность наблюдать это явленіе у очень малыхъ звѣздъ.

Но что уже является реальнымъ, это вліяніе окраски звѣздъ на интенсивность мерцанія. Именно, самымъ сильнымъ образомъ мерцаніе замѣчается у бѣлыхъ звѣздъ, слабѣе у желтоватыхъ и еще слабѣе у оранжевыхъ и красноватыхъ звѣздъ.

Любопытна связь, которая замѣчается между интенсивностью мерцанія и состояніемъ атмосферы. Напримѣръ, замѣтнымъ образомъ вліяетъ присутствіе паровъ воды. Самое эффектное мерцаніе наблюдается послѣ дождя, когда небо вдругъ очистится отъ облаковъ. Въ тропическихъ странахъ по усилившемуся мерцанію можно предсказать за нѣсколько дней наступленіе періода дождей. Вліяетъ также и температура воздуха: при высокой температурѣ мерцаніе ослабѣваетъ, при низкой увеличивается. Поэтому въ морозныя ночи звѣзды мерцаютъ такъ красиво и красочно. Замѣчается также вліяніе измѣненія давленія и вліяніе вѣтра: во время очень сильнаго вѣтра или вихрей мерцаніе звѣздъ достигаетъ наибольшаго напряженія.

По отдѣльнымъ классамъ величинъ число звѣздъ выражается приблизительно слѣдующими цифрами:

1-й величины	20 звѣздъ	6-й величины	4 000 звѣздъ
2 „	60 „	7 „	16 500 „
3 „	170 „	8 „	55 000 „
4 „	400 „	9 „	300 000 „
5 „	1 100 „		

Чѣмъ выше классъ величинъ, тѣмъ приведенныя цыфры—и это особенно относится къ звѣздамъ, начиная отъ 8-го и 9-го классовъ—становятся менѣе точными.

Между тѣмъ, съ каждымъ увеличеніемъ размѣровъ сооружаемыхъ телескоповъ, видны звѣзды все меньшихъ величинъ. Особенно это замѣтно при фотографированіи неба: чѣмъ больше времени экспонируютъ пластинку при фотографированіи какой-либо звѣздной области, тѣмъ большее количество слабыхъ звѣздъ обнаруживается на ней. Такъ, напримѣръ, нами получались слѣдующіе результаты при фотографированіи рефракторомъ Ташкентской обсерваторіи, съ объективомъ, сравнительно скромныхъ размѣровъ—въ 33 сантиметра отверстіемъ:

Въ области Плеядъ:

Экспозиція.	Число звѣздъ на одинъ кв. градусъ.
0.1 часа	100
0.3 „	160
3.0 „	600
10.0 „	1 300
25.0 „	1 700

Въ созв. Лиры:

0.5 часа	600
1.0 „	1 900
10.0 „	6 000
20.0 „	10 000

Въ созв. Персея:

0.1 часа	250
0.4 „	600
2.0 „	2 000
5.0 „	4 500
30.0 „	11 000

Для пополненія этихъ данныхъ, приведемъ еще подобные же результаты, полученные въ обсерваторіи на мысѣ Доброй Надежды ин-

струментомъ такой же мощности, но въ очень богатой звѣздами области:

Въ созв. Корабля:

Экспозиція:	Число звѣздъ на одинъ квадр. градусъ:
3.5 часа	10 000
12.0 „	50 000
24.0 „	100 000

Здѣсь прежде всего бросается въ глаза фактъ, съ которымъ мы неоднократно еще будемъ встрѣчаться: неодинаковое число звѣздъ въ разныхъ областяхъ неба. Если бы число звѣздъ повсюду было одинаково, то на фотографіяхъ, съ однимъ и тѣмъ же временемъ экспозиціи, получалось бы вездѣ одинаковое ихъ число. Между тѣмъ, на нашихъ, напримѣръ, фотографіяхъ, при экспозиціи въ 0.1 часа (6 минутъ), на одинъ квадратный градусъ на небѣ въ Плеядахъ получилось 100, а въ Персеѣ 250 звѣздъ. Еще большая разница обнаруживается при продолжительномъ фотографированіи: десяти-часовая экспозиція доставила на одинъ квадратный градусъ: въ Плеядахъ 1 300, въ Лирѣ 6 000 звѣздъ, а въ Кораблѣ при 12 часахъ позы 50 000. При 25-часовомъ снимкѣ Плеядъ получалось на ту же площадь 17 000, а при столь же почти продолжительномъ (24 час.) въ Кораблѣ 100 000 звѣздъ.

На фотографіяхъ Франклина Адамса число звѣздъ до 17-й фотогр. величины измѣнялось на одинъ квадратный градусъ отъ 9 000 до 1 800 — въ поясѣ неба, включающемъ въ себѣ Млечный Путь; въ наиболѣе же отдаленныхъ отъ послѣдняго районахъ число такихъ же звѣздъ на одинъ квадратный градусъ составляло лишь около 800.

Если теперь мы разсмотримъ приведенное выше общее число звѣздъ до 6-й величины, то замѣтимъ, что звѣздъ каждаго класса приблизительно въ три-четыре раза больше, чѣмъ звѣздъ предыдущаго класса. Для болѣе слабыхъ звѣздъ эта правильность отношенія нарушается. Однако, вообще замѣчено, что, съ уменьшеніемъ величины звѣздъ, число послѣднихъ возрастаетъ все медленнѣе. Это обстоятельство можно обнаружить и на приведенныхъ выше результатахъ нашихъ фотографій, если принять во вниманіе, что, при фотографированіи неба примѣнявшимся инструментомъ, каждый послѣдующій классъ звѣздныхъ величинъ получается на клише, при увеличеніи срока фотографированія приблизительно въ три-четыре раза. Благодаря случайно близкому совпаденію этихъ цифръ, слѣдуетъ, заключить, что число звѣздъ на нашихъ снимкахъ должно бы, въ грубомъ приближеніи, увеличиваться во столько же разъ, во сколько увеличено время экспозиціи. Между тѣмъ увеличеніе числа звѣздъ вездѣ оказывается значительно меньше, а именно:

	Увеличение времени экспозиции:	Увеличение числа звѣздъ:
Плеяды	въ 250 разъ	въ 17 разъ
Лира	„ 40 „	„ 17 „
Персей	„ 300 „	„ 44 „

Объясненіе этого факта ищутъ, между прочимъ, въ поглощеніи свѣта звѣздъ, при прохожденіи имъ небеснаго пространства, а также въ неравномѣрности распредѣленія звѣздъ. Обѣ послѣднія причины, безъ сомнѣнія, оказываютъ свое вліяніе, но главнымъ образомъ это обстоятельство, какъ мы увидимъ впослѣдствіи, вызывается особенностями въ распредѣленіи окружающихъ насъ звѣздъ.

Въ послѣднее время были произведены подсчеты звѣздъ—по визуальной фотометрической шкалѣ Каптейномъ и по фотографической—Чапманомъ и Милоттомъ (S. Chapman and P. Melotte). При первыхъ изъ этихъ подсчетовъ реальными являются лишь результаты до 14-й звѣздной величины, а дальнѣйшіе получены экстраполяціей. Чапманъ же и Милоттъ могли произвести подсчеты, которые являются реальными до 17-й величины, послѣ чего приводятся результаты экстраполяціи.

Предѣльная величина	Каптейнъ (визуально).	Чапманъ и Мил. (фотограф.).
2	39	38
3	132	111
4	436	300
5	1 450	950
6	4 680	3 150
7	14 800	9 810
8	45 700	32 360
9	138 000	97 400
10	407 000	271 800
11	1 175 000	698 000
12	3 240 000	1 659 000
13	8 910 000	3 682 000
14	23 400 000	7 646 000
15	(61 700 000)	15 470 000
16	(155 000 000)	29 510 000
17	(389 000 000)	54 900 000
18	(935 000 000)	(91 200 000)
19	(2 208 000 000)	(144 000 000)
20		(219 000 000)

Расхожденіе между результатами обоихъ изслѣдованій даже для тѣхъ предѣльныхъ величинъ, для которыхъ результаты должны бы получаться одинаково надежными, настолько велико, что оно не можетъ быть объяснено только одной разницей между визуальной и фотогра-

фической шкалами звѣздныхъ величинъ. Это свидѣтельствуетъ, вообще говоря, о шаткости тѣхъ основаній, которыми мы располагаемъ для исчисленія всего количества звѣздъ; но, и помимо этого, результаты Чапмана и Милотта кажутся преуменьшенными; послѣднее обстоятельство было установлено разными изслѣдователями: въ распредѣленіи звѣздъ по величинамъ Чапманомъ и Милоттомъ существуютъ, повидимому, погрѣшности систематическаго характера.

Между прочимъ, послѣдніе астрономы полагаютъ, что общее число звѣздъ на небѣ не меньше, чѣмъ тысяча милліоновъ, и не можетъ значительно превосходить двухъ милліардовъ; такое опредѣленіе является, въ виду приведенныхъ выше причинъ, минимальнымъ.

Все это доказываетъ въ общемъ, что при настоящемъ состояніи науки не представляется вовсе возможнымъ говорить объ общемъ числѣ звѣздъ, существующихъ во вселенной. И это потому, во-первыхъ, что предѣлы звѣздной вселенной еще не достигнуты, и мы во всѣхъ направленіяхъ наблюдаемъ безпрерывное увеличеніе числа звѣздъ, по мѣрѣ усовершенствованія пріемовъ наблюденія; и, во-вторыхъ, потому, что даже въ доступныхъ намъ предѣлахъ мы еще не могли разобраться надлежащимъ образомъ. Точныя цифры, которыя нерѣдко приводятся разными авторами, должны быть пока признаваемы за фантастическія.

Мы говорили все время о числѣ яркихъ, свѣтящихся звѣздъ. Однако, кромѣ нихъ, какъ уже указывалось, есть не мало звѣздъ не свѣтящихся, уже погасшихъ. Много ли ихъ существуетъ въ пространствѣ?

Конечно, сколько-нибудь точныя цифры привести едва ли возможно; приближенное же рѣшеніе этой задачи даетъ Линдеманнъ. Его методъ основанъ на гипотезѣ, будто такъ называемыя временныя звѣзды, иногда воспламеняющіяся на небѣ, происходятъ вслѣдствіе столкновенія двухъ звѣздъ; результатомъ такой коллизіи и является катастрофическое воспламененіе разогрѣвшихся при ударѣ небесныхъ тѣлъ.

Примѣняя формулы кинетической теоріи газовъ и приравнивая число возможныхъ коллизій по этой теоріи числу наблюдаемыхъ на небѣ временныхъ звѣздъ, Линдеманнъ приходитъ къ выводу, что число темныхъ звѣздъ должно быть приблизительно въ четыре тысячи разъ больше, чѣмъ яркихъ.

Это число, конечно, громадно, но считать его совершенно невѣроятнымъ трудно. По исчисленію Линдеманна, періодъ времени между двумя послѣдовательными столкновеніями одной и той же звѣзды въ среднемъ выражается колоссальнѣйшей цифрой въ 10^{13} лѣтъ (т.-е. 10 и тринадцать нулей). Но никто не допускаетъ, чтобы звѣзда оста-

валась свѣтящейся въ теченіе срока, приближающагося къ этому періоду ея жизни; время ея—если позволено такъ выразиться—цвѣтенія, въ теченіе котораго она ярка, выражается гораздо болѣе скромной цифрой; въ темномъ же видѣ она можетъ существовать почти безконечное время: звѣзды вѣдь не перестаютъ существовать по той причинѣ, что онѣ охладились.

Мы упоминали о поглощеніи свѣта звѣздъ, при прохожденіи имъ небеснаго пространства.

О поглощеніи междузвѣзднымъ пространствомъ ихъ свѣта въ астрономіи говорилось неоднократно. Если принимать звѣздную вселенную за безконечную—а практически ее за такую и приходится принимать—и если во всѣхъ направленіяхъ число звѣздъ безпредѣльно возрастаетъ, то вслѣдствіе этого каждая точка небесной сферы должна бы быть занята какой-нибудь звѣздой. И все небо должно бы представляться яркимъ,—такимъ яркимъ, примѣрно, какъ Солнце. На небѣ Луна и планеты должны бы различаться только по сравнительной темнотѣ ихъ дисковъ, а самое Солнце—развѣ лишь по своимъ пятнамъ.

Ничего подобнаго въ дѣйствительности нѣтъ: небо темно, а на немъ видны, если не говорить о Млечномъ Пути, только отдѣльныя звѣзды. Но этимъ не доказывается и ограниченность пространства, заселеннаго звѣздами. Причину такого вида неба, какой наблюдается въ дѣйствительности, нѣкоторые астрономы усматриваютъ въ томъ, что, кромѣ убыванія яркости звѣздъ въ зависимости отъ разстоянія, ихъ свѣтъ еще гаснетъ — большей или меньшей частью—при прохожденіи небеснаго пространства.

Разныя основанія заставляютъ допускать существованіе такого погасанія. Междузвѣздное пространство, во-первыхъ, не можетъ считаться пустымъ. Въ немъ есть не мало вещества, выброшеннаго кометами при образованіи хвостовъ, а также вещества, выбрасываемаго звѣздами при процессахъ, аналогичныхъ солнечнымъ протуберанцамъ. Затѣмъ, въ пространствѣ существуютъ несвѣтящіяся массы газообразнаго вещества, есть также несвѣтящіяся звѣзды и планеты и пр. Въ немъ есть еще рои и цѣлыя облака мелкаго и мельчайшаго космическаго матеріала, проявляющагося въ видѣ метеоровъ или въ видѣ космической пыли. Весь этотъ матеріалъ оказываетъ ничтожное вліяніе при небольшой его толщѣ. Но иначе должно быть, когда поглощающее свѣтъ дѣйствіе, производится матеріаломъ, заполняющимъ пространство космическаго масштаба. Даже ничтожная потеря свѣта, суммируясь, производитъ уже значительный эффектъ.

Многіе полагаютъ, что потеря звѣзднаго свѣта главнымъ образомъ обязана его разсѣянію въ средѣ мельчайшаго космическаго матеріала, своего рода космическаго тумана, и притомъ разсѣянія изби-

рательнаго, дѣйствующаго различно на лучи разной длины свѣтовой волны. Въ результатѣ такой потери свѣта болѣе слабыя, а слѣдовательно вообще и болѣе отдаленныя звѣзды, должны бы представляться сравнительно болѣе красными. Такъ оно въ дѣйствительности и есть, какъ это, напримѣръ установлено Фазсомъ (Fath). Правда, послѣднему заключенію какъ будто противорѣчатъ выводы Шапли (H. Shapley), не нашедшаго подобнаго покраснѣнія въ средѣ изслѣдованныхъ имъ звѣздныхъ скопленій, которыя онъ склоненъ считать отстоящими отъ насъ на чрезвычайно большія разстоянія; отсюда Шапли дѣлаетъ выводъ о чрезвычайной прозрачности пространства: онъ вычисляетъ, что свѣтъ можетъ проходить черезъ пространство въ теченіе 3000 лѣтъ, не встрѣчая препятствій, достаточныхъ для ослабленія его интенсивности на 1%. Но, казалось бы, что способъ оцѣнки разстояній, примѣненный имъ къ опредѣленію разстояній звѣздныхъ скопленій, еще, требуетъ провѣрки; а если такъ, то и оцѣнка прозрачности пространства является съ его стороны, быть можетъ, слишкомъ высокой.

Во всякомъ случаѣ количественная оцѣнка потери свѣта въ пространствѣ еще не можетъ считаться надежно установленной.

Но, кромѣ того, основное предположеніе о безпредѣльномъ увеличеніи числа звѣздъ во всѣхъ направленіяхъ не можетъ считаться точнымъ. Дѣйствительно, во всѣхъ направленіяхъ обнаруживаются небесныя тѣла, но эти тѣла не должны быть обязательно свѣтлыми звѣздами. Извѣстно, что свѣченіе не есть непремѣнное свойство матеріи, какъ равно и звѣздное состояніе не есть непремѣнная форма космической жизни. Поэтому нѣтъ поводовъ ожидать во всѣхъ направленіяхъ безпредѣльно увеличивающагося числа именно свѣтлыхъ звѣздъ. Возможно существованіе и другихъ видовъ небесныхъ тѣлъ, и разнообразіе въ видахъ небесныхъ объектовъ дѣйствительно проявляется повсюду.

Что же касается собственно звѣздъ, то, какъ мы вскорѣ узнаемъ это подробнѣе, число ихъ увеличивается практически безпредѣльно только въ одномъ направленіи — именно въ направленіи Млечнаго Пути—и здѣсь онѣ представляются свѣтлымъ поясомъ, хотя и не такой яркости, какъ Солнце. Причина же сравнительно слабаго свѣченія этого пояса отчасти должна быть приписана, во-первыхъ, тому, что звѣзды, хотя и сильно скучены, однако не настолько, чтобы между ними не оставалось видимыхъ пространственныхъ просвѣтовъ. Но отчасти, конечно, вліяетъ на яркость Млечнаго Пути и поглощеніе звѣздами свѣта при прохожденіи небеснаго пространства.

Даже тѣ немногочисленные вопросы звѣздной астрономіи, съ которыми мы уже имѣли случай встрѣтиться, какъ, напр., подсчеты числа звѣздъ и регистрація звѣздныхъ величинъ, указываютъ на не-

обходимость составленія списковъ или росписей звѣздъ. Составленіе такихъ списковъ, называемыхъ звѣздными катологами, является одною изъ главныхъ задачъ практической астрономіи.

Въ обыкновенныхъ звѣздныхъ каталогахъ приводятся астрономическія координаты звѣздъ (стр. 25), съ расположеніемъ ихъ въ порядкѣ прямыхъ восхожденій, а также и величины звѣздъ; въ каталогахъ болѣе спеціальнаго характера приводятся и другія данныя, напримѣръ, свѣдѣнія о спектрахъ звѣздъ, объ ихъ движеніи и т. п.

Мысль о составленіи подобной росписи, повидимому съ цѣлью запечатлѣть современную картину звѣзднаго неба и передать ее потомству, зародилась очень давно. Древнѣйшее осуществленіе ея приписывается Гиппарху, наблюдавшему съ помощью простѣйшихъ инструментовъ звѣзды еще во II вѣкѣ до Р. Х. Эти наблюденія дошли до насъ, однако, не въ оргинальномъ видѣ, а въ трудѣ Птолемея, „Альмагестъ", составленномъ во II вѣкѣ по Р. Х. Каталогъ, данный Птолемеемъ, заключаетъ въ себѣ звѣзды до 4-й величины съ ихъ астрономическими координатами (эклиптикальными координатами, т.-е. широтой и долготой) [1]) и съ описаніемъ положенія звѣзды въ фигурѣ созвѣздія, къ которому звѣзда принадлежитъ. Какъ самый древній каталогъ, онъ имѣетъ большое значеніе, такъ какъ даетъ возможность обнаружить измѣненія въ положеніяхъ звѣздъ за 20 вѣковъ; къ сожалѣнію, однако, точность заключающихся въ немъ данныхъ недостаточно велика.

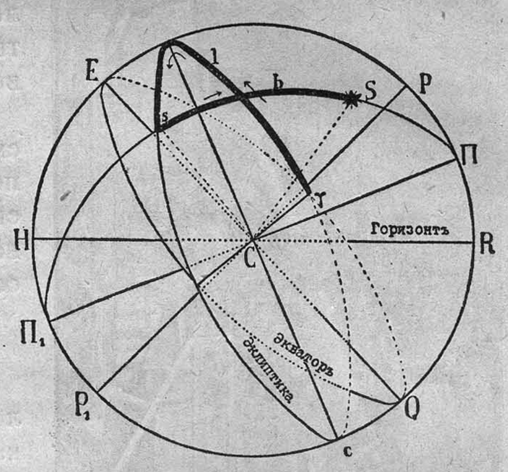


Рис. 21. Эклиптикальныя координаты. Дуга Ss — астрономическая широта. Дуга ♈S — астрономическая долгота.

[1]) *Прим.* Эклиптикальными называются такія небесныя координаты, для которыхъ основнымъ кругомъ является эклиптика, то-есть большой кругъ, описываемый на небесномъ сводѣ центромъ Солнца, при кажущемся его годовомъ обходѣ по небу вокругъ Земли.

Въ этой системѣ первой координатой является астрономическая широта—дуга Ss=b, которая выражаетъ разстояніе свѣтила S отъ эклиптики ec (рис. 21), измѣряемое по кругу широтъ $\Pi S \Pi_1$. Астрономическая широта можетъ еще разсматриваться, какъ угловое возвышеніе свѣтила S надъ эклиптикой. Широты считаются отъ 0^0 до 90^0—положительныя отъ эклиптики къ ея сѣверному полюсу П и отрицательныя—отъ эклиптики къ ея южному полюсу Π_1.

Второй координатой является дуга ♈ s = b, которая выражаетъ разстояніе, измѣряемое по кругу эклиптики ec, круга широтъ $\Pi S \Pi_1$ отъ начальной точки на эклиптикѣ ♈. Эта координата называется астрономической долготой, она считается отъ 0^0 до 360^0 въ направленіи отъ запада къ востоку.

За начало же счета долготъ принимается точка весенняго равноденствія, то-есть мѣсто пересѣченія экватора и эклиптики; въ этой точкѣ Солнце бываетъ въ эпоху весенняго

Замѣтимъ мимоходомъ, что звѣзды этого каталога были заново наблюдены въ XV вѣкѣ въ Самаркандѣ государемъ—астрономомъ Улугъ-Бегомъ.

Въ теченіе двухъ послѣднихъ вѣковъ, особенно же въ XIX вѣкѣ, было составлено очень много звѣздныхъ каталоговъ. Въ настоящее время число ихъ опредѣляется нѣсколькими сотнями. Одни изъ этихъ каталоговъ преслѣдуютъ главнымъ образомъ точность въ опредѣленіи астрономическихъ координатъ звѣздъ и ихъ величинъ, но за полнотою не гонятся. Каталоги другого рода, наоборотъ, по преимуществу имѣютъ цѣлью полноту звѣздъ; они обнимаютъ иногда громадное ихъ количество, по возможности всѣ звѣзды до намѣченнаго класса звѣздной величины, но при этомъ точность въ опредѣленіи координатъ стоитъ уже на второмъ планѣ.

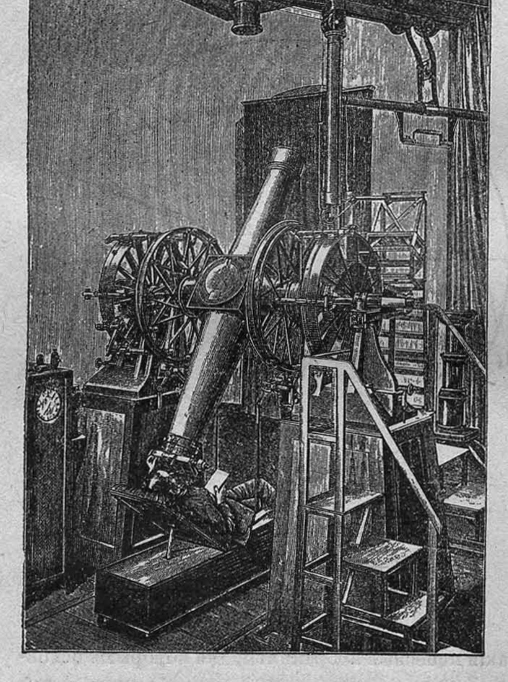


Рис. 22. Меридіанный кругъ.
Инструментъ, обычно примѣняемый при наблюденіи звѣздъ для составленія каталоговъ.

Такую же цѣль, какъ и каталоги, преслѣдуютъ звѣздныя карты, которыя составлялись обыкновенно параллельно съ каталогами.

Конечно, мы не можемъ разсматривать сколько-нибудь подробно всѣ каталоги; но скажемъ нѣсколько словъ о тѣхъ изъ нихъ, на которые придется впослѣдствіи ссылаться.

Прообразомъ звѣздныхъ каталоговъ большой точности является каталогъ, составленный на основаніи наблюденій въ Гринвичѣ знаменитаго англійскаго астронома Брадлея (рис. 23), Эти наблюденія производились въ 1750 — 62 г.; они отличаются точностью, которая превосходитъ все, что получалось до тѣхъ поръ, и эта точность достигнута старательнымъ изученіемъ Брадлеемъ какъ инструментальныхъ погрѣшностей, такъ и законовъ атмосферной рефракціи [1]). Наблюденія

равноденствія, 22 марта. Противоположная ей точка пересѣченія экватора и эклиптики называется точкой осенняго равноденствія; въ ней бываетъ Солнце 23 сентября, въ эпоху осенняго равноденствія.

[1]) *Прим.* Вліяніе газоваго океана, который окружаетъ Землю, и на днѣ котораго мы находимся, сказывается, между прочимъ, на преломленіи звѣздныхъ лучей въ атмосферѣ, иначе—въ рефракціи. Извѣстно изъ физики, что лучъ свѣта, переходя подъ какимъ-нибудь

Брадлея обработаны въ видѣ каталога, уже позднѣе, двумя нѣмецкими астрономами — въ началѣ XIX-го вѣка Бесселемъ и въ концѣ того-же вѣка—Ауверсомъ. Въ обработанномъ видѣ каталогъ Брадлея включаетъ 3222 звѣзды.

Къ этого же рода каталогамъ относится и носящій названія каталога Астрономическаго общества, составленный при участіи многихъ обсерваторій Европы и Америки и недавно лишь законченный. Въ готовой своей части, охватывающей область неба отъ склоненія $+80^0$ до склоненія — 2^0, этотъ каталогъ даетъ точныя положенія звѣздъ до 9-й величины, всего въ числѣ около 138 000.

Для тѣхъ, кто интересуется изученіемъ строенія вселенной, большой интересъ представляютъ каталоги второго рода, включающіе въ себѣ возможно большое число звѣздъ. Совершенно исключительное значеніе для указанной задачи пріобрѣлъ каталогъ, составленный въ Боннѣ Аргеландеромъ (рис. 25) съ помощниками и законченный въ 1862 г. Этотъ каталогъ, извѣстный подъ названіемъ „Bonner Durchmusterung“, охватываетъ небо отъ сѣвернаго полюса до склоненія—2^0 и включаетъ въ себѣ звѣзды до 9-й величины, а также не мало и болѣе слабыхъ — до 9. 5 величины; всего въ немъ даны положенія 324 198 звѣздъ Спустя нѣкоторое время, Шенфельдъ продолжилъ этотъ каталогъ еще южнѣе, до склоненія—23^0; послѣдняя роспись, также полная до 9-й величины, но захватывающая отдѣльныя звѣзды даже до 10-й величины, включаетъ въ себѣ 133 659 звѣздъ. Оба Бон-

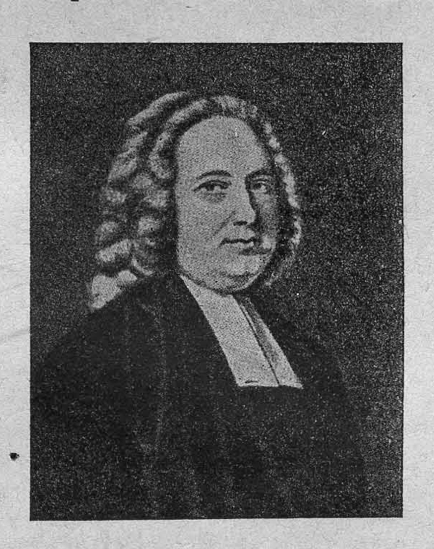


Рис. 23. Брадлей.

косымъ угломъ между средами разной плотности, измѣняетъ свое положеніе. Не погрѣшая значительно, мы можемъ всю земную атмосферу принять за состоящую изъ очень большого числа очень тонкихъ слоевъ, послѣдовательно уплотняющихся отъ верховъ атмосферы къ поверхности Земли. Въ каждомъ такомъ слоѣ звѣздный лучъ измѣнитъ свое направленіе, приближаясь къ перпендикуляру, возстановленному къ слою; при переходѣ всей атмосферы, лучъ станетъ ломаной линіей — точнѣе, кривой линіей, выпуклостью обращенной вверхъ. Звѣзду же S мы увидимъ по направленію послѣдняго элемента ломаной линіи, или по направленію касательной къ кривой пути луча въ послѣдней ея точкѣ у глаза, а слѣдовательно, увидимъ звѣзду приподнятою (S_1) вверхъ (рис. 24.)

Такимъ образомъ, оказывается, что рефракція приподнимаетъ всѣ свѣтила. У горизонта это поднятіе очень значительно: оно достигаетъ почти половины градуса, или примѣрно величины солнечнаго діаметра; выше—менѣе, въ совершенно же вертикальномъ направленіи рефракціи болѣе не существуетъ. Искривленіе направленія, въ которомъ видны звѣзды, отражается, конечно, на астрономическихъ координатахъ, почему всякое опредѣленіе послѣднихъ должно быть исправлено отъ рефракціи.

нскіе каталоги получили широкую извѣстность и послужили фундаментомъ для ряда работъ по изслѣдованію строенія вселенной.

Однако, южное небо, отъ склоненія —23° и до южнаго полюса, долгое время оставалось необслѣдованнымъ, хотя частичное рѣшеніе послѣдняго вопроса и было достигнуто въ Аргентинѣ, въ Кордобской обсерваторіи, гдѣ составленъ каталогъ звѣздъ въ зонѣ отъ склоненія —22° до —62°, заключающій звѣзды до 10-й величины, всего, въ круглахъ числахъ, 580 000 звѣздъ, что, вмѣстѣ съ Боннскими каталогами доводитъ распространеніе визуальныхъ наблюденій на $^{16}/_{17}$ всего неба.

Полное же разрѣшеніе вопроса о каталогизированіи южнаго неба доставили работы обсерваторій на мысѣ Доброй Надежды.

Всѣ предыдущіе каталоги были получены посредствомъ визуальныхъ наблюденій. Послѣдній же каталогъ былъ составленъ уже при помощи фотографіи [1]). Въ астрономіи онъ извѣстенъ подъ названіемъ „Cape Photographic Durchmusterung". Все небо, отъ южнаго полюса міра до склоненія —19°, было дважды сфотографировано Гиллемъ (D. Gill) на мысѣ Доброй Надежды, обработка же этихъ фотографій и составленіе каталога произведено извѣстнымъ голландскимъ астрономомъ Каптейномъ въ Гронингенѣ. Новый каталогъ, законченный въ 1900 году, включаетъ въ себѣ 454 875 звѣздъ до 10-й величины.

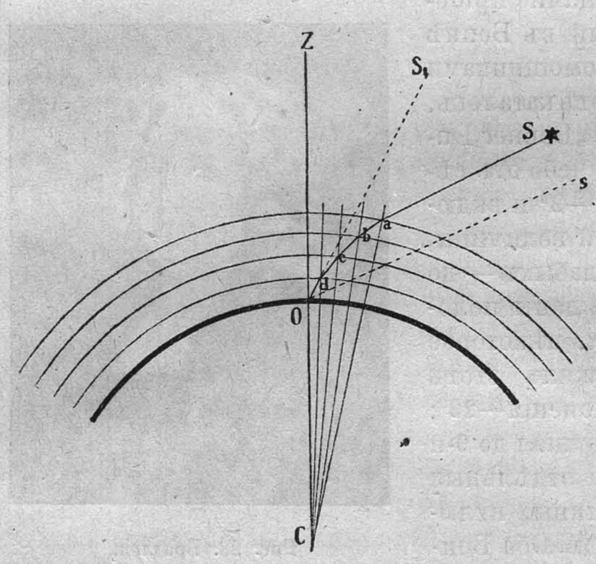


Рис. 24. Рефракція.

Вслѣдствіе рефракціи глазъ, находящійся въ O, видитъ звѣзду S въ направленіи OS_1, вмѣсто направленія Os.

Такимъ образомъ, мы уже обладаемъ колоссальными по числу звѣздъ каталогами, довольно полно

---

[1]) *Прим.* Въ теченіе двухъ-трехъ послѣднихъ десятилѣтій получилъ широкое примѣненіе астрофотографическій способъ наблюденій, при которомъ непосредственныя измѣренія на небѣ замѣняются измѣреніями на предварительно снятомъ фотографическомъ клише. Какъ извѣстно, при такомъ фотографированіи химическое дѣйствіе на пластинку небесныя тѣла производятъ своимъ свѣтомъ, собраннымъ объективомъ въ рефракторѣ или зеркаломъ въ рефлекторѣ,—въ фокусѣ, гдѣ и устанавливается кассета съ клише. Въ инструментахъ, предназначаемыхъ для фотографированія свѣтилъ, обыкновенно примѣняютъ два параллельно установленныхъ телескопа, изъ которыхъ одинъ снабженъ объективомъ визуальнымъ, а другой—объективомъ, отшлифованнымъ для фотографическихъ лучей. Въ фокусѣ послѣдняго и находится клише. Первый же телескопъ примѣняется главнымъ образомъ для контроля

охватывающими во всѣхъ направленіяхъ отъ насъ звѣзды до 9 — 10 величины и дающими, хотя и не со всей возможной точностью, также и положенія этихъ звѣздъ на небѣ.

Но какъ ни колоссальны эти работы, онѣ кажутся небольшими передъ огромнымъ предпріятіемъ по фотографированію неба, производящемся въ настоящее время. Это предпріятіе возникло въ концѣ восьмидесятыхъ годовъ прошлаго столѣтія. На международной астрономической конференціи въ Парижѣ въ 1887 г. было рѣшено, при соучастіи 18 обсерваторій, разбросанныхъ по всему земному шару, сфотографировать все небо [1]). Инструментомъ былъ избранъ астрографъ такъ называемаго нормальнаго типа, въ точности такой, какъ и изображенный въ настоящей книгѣ Ташкентскій фотографическій рефракторъ (рис. 27). Фотографіи снимаются съ двумя экспозиціями: въ 6 минутъ и въ одинъ



Рис. 25. Аргеландоръ.

правильности установки всего аппарата на фотографируемое свѣтило. Подобные инструменты называются астрографами.

Фотографированіе свѣтилъ, по сравненію съ визуальными наблюденіями, имѣетъ такое значительное преимущество, что, гдѣ только возможно, этотъ новый методъ наблюденій вытѣсняетъ старый. Дѣйствительно, при фотографированіи свѣтилъ важно то, что разъ закрѣпленная на клише картина той или иной части неба остается въ рукахъ астронома на очень долгое время, а это даетъ возможность спокойно и любое число разъ производить измѣренія, безъ той торопливости, которая неизбѣжно сопутствуетъ визуальнымъ наблюденіямъ. Затѣмъ, фотографія не только имѣетъ преимущество документа, чуждаго всякой субъективной особенности воспріятія явленій наблюдателемъ, но оно и сокращаетъ въ значительной мѣрѣ трудъ наблюденія. Такъ, напримѣръ, при составленіи карты звѣздъ какого-нибудь района при старомъ способѣ иногда требовалось много ночей; при фотографированіи, тотъ же результатъ нерѣдко получается въ нѣсколько минутъ.

Этими краткими словами не исчерпывается, конечно, все преимущество фотографическихъ наблюденій, которое будетъ оцѣнено читателемъ и изъ содержанія послѣдующихъ страницъ.

Въ дѣлѣ опредѣленія астрономическихъ координатъ фотографированіе также получило широкое и разнообразное примѣненіе. Въ этомъ случаѣ пользуются нѣкоторымъ количествомъ опорныхъ звѣздъ, положеніе которыхъ уже напередъ извѣстно, и съ помощью такихъ звѣздъ производятъ опредѣленіе положеній звѣздъ, сфотографированныхъ на клише.

[1]) *Прим.* Примѣненіе къ астрономіи фотографіи, нынѣ ставшее такимъ могущественнымъ методомъ изслѣдованія этой науки, было впервые произведено въ пятидесятыхъ годахъ мин. вѣка въ С. Америкѣ Бондами—отцомъ и сыномъ — и Рэзерфердомъ (Rutherfurd). Въ первое время для снимковъ примѣнялись еще мокрыя пластинки, и это обстоятельство сильно затрудняло какъ технику, такъ и срокъ экспозиціи; тѣмъ не менѣе Бонду удалось предугадать значеніе способа, а также привлечь вниманіе на точность получаемыхъ при его



Рис. 26. Фотографія звѣздной области.

посредствѣ измѣреній; Рэзсерфердъ же доказалъ на практикѣ возможность производства на клише измѣреній самой высокой точности.

Въ частности, примѣненіе мокрыхъ пластинокъ для такого яркаго объекта, какъ

Солнце, оказалось особенно удачнымъ, и детали солнечной поверхности получались при немъ съ чрезвычайной выразительностью.

Вскорѣ затѣмъ вошли въ употребленіе сухія пластинки, и съ ними, между прочимъ, были получены на мысѣ Доброй Надежды прекрасныя фотограммы кометы 1882 года, привлекшія серьезное вниманіе на новый способъ.

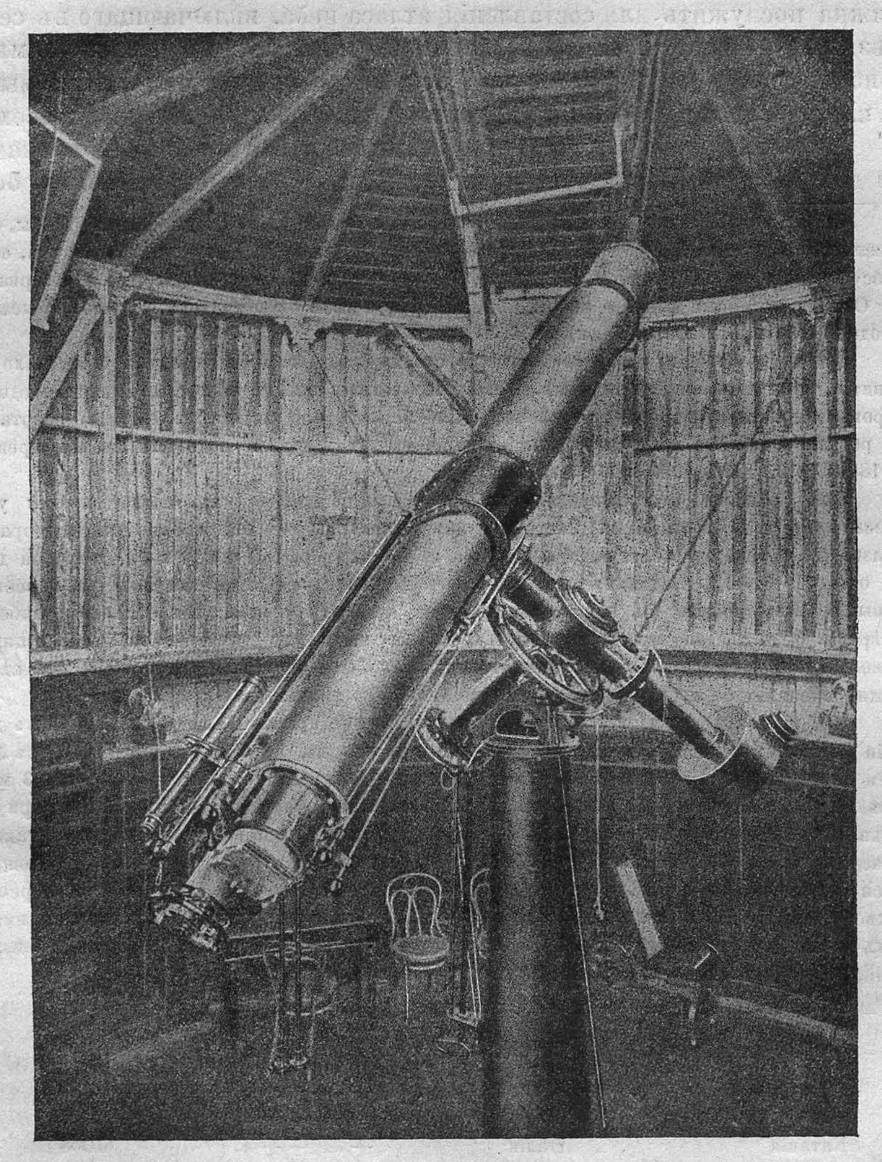


Рис. 27. Астрографъ Ташкентской обсерваторіи.

Значительный шагъ впередъ въ этомъ дѣлѣ былъ сдѣланъ астрономами братьями Анри (Henry) въ Парижѣ, примѣнившими для небесной фотографіи рефракторъ, съ отверстіемъ въ 13 дюймовъ, собирающій въ фокусѣ фотографическіе лучи: обыкновенные визуальные рефлекторы соединяютъ въ фокусѣ преимущественно желтые лучи спектра, для фотографіи же нужно соединеніе голубыхъ и фіолетовыхъ.

часъ. Обработка 6-минутной серіи клише должна доставить очень точный каталогъ всѣхъ звѣздъ до 11—12-й величины; дѣйствительное число такихъ звѣздъ напередъ, конечно, не извѣстно, но предполагается, что ихъ должно быть около пяти милліоновъ. Вторая же серія должна послужить для составленія атласа неба, включающаго въ себѣ звѣзды до 14 класса, вѣроятно, въ числѣ нѣсколькихъ десятковъ милліоновъ; атласъ составляется при посредствѣ увеличеній, дѣлаемыхъ съ клише геліогравюрой или другимъ фотографическимъ процессомъ.

По этимъ цифрамъ читатель оцѣнитъ, какое колоссальное значеніе для нашихъ знаній о вселенной будетъ со временемъ имѣть осу-

---

Снимки отдѣльныхъ областей неба, сдѣланные бр. Анри, были настолько удачны, что естественно возникла мысль о распространеніи ихъ на все небо. Однако такая задача, если ее осуществить съ достаточной точностью, была бы не подъ силу ни для одной обсерваторіи. Отсюда возникла мысль о коопераціи, которая и была осуществлена на большой международной конференціи въ Парижѣ въ 1887 году.

Это собраніе было единственнымъ въ своемъ родѣ въ исторіи науки и сыграло въ развитіи послѣдней огромную роль. Оно разработало общія основанія международнаго астрономическаго предпріятія, послѣ чего было приступлено къ исполнительнымъ работамъ; для регулированія же послѣднихъ были созываемы въ Парижѣ подобныя же конференціи въ 1889, 1891, 1896, 1900 и 1909 годахъ.

Было рѣшено фотографировать небо во всѣхъ обсерваторіяхъ, согласившихся участвовать въ этой коопераціи, инструментами одинаковаго типа, именно рефракторами, образца бр. Анри, съ отверстіемъ объектива въ 13 дюймовъ (33 сант.) и съ фокусной длиной около 11 футъ,—съ такимъ разсчетомъ, чтобы на клише одинъ миллиметръ линейной длины соотвѣтствовалъ бы одной минутѣ дуги небесной сферы. Для большаго удобства измѣреній было введено предварительное печатаніе на клише тонкой сѣти линій, взаимно перпендикулярныхъ и отстоящихъ одна отъ другой на пять минутъ дуги, причемъ эта сѣтка должна проявляться послѣ полученія астрономическаго снимка на клише.

Что касается срока экспозиціи, то въ этомъ предпріятіи рѣшено было снимать двѣ серіи клише: одну съ короткой экспозиціей въ шесть минутъ, къ которой придавать—съ легкимъ перемѣщеніемъ, предварительно, инструмента—двѣ болѣе короткихъ позы: въ 3 мин. и въ 20 сек; вторую же—съ общей экспозиціей въ одинъ часъ, подраздѣляемой на три отдѣльныя позы, по 20 мин. каждая. Эти три послѣднія экспозиціи должны дѣлаться такимъ образомъ, чтобы изображеніе каждой звѣзды получались въ трехъ точкахъ, образующихъ своей совокупностью небольшой треугольникъ. Послѣдняя серія сравнительно долговременныхъ снимковъ предназначена для использованія въ качествѣ звѣздныхъ картъ, обнимающихъ звѣзды приблизительно до 14-й величины; первая же серія клише служитъ для измѣреній, имѣющихъ цѣлью построеніе звѣзднаго каталога.

Въ этомъ предпріятіи сейчасъ принимаютъ участіе слѣдующія обсерваторіи:

Обсерваторіи.	Страна.	Поясъ неба.	Число клише.
Гринвичъ	Англія	$+90^0 - +65^0$	1149
Римъ (Ватиканъ)	Италія	$+64 - +55$	1040
Катанія	Италія	$+54 - +47$	1008
Гельсингфорсъ	Финляндія	$+46 - +40$	1008
Потсдамъ	Германія	$+39 - +32$	1232
Оксфордъ	Англія	$+31 - +25$	1180
Парижъ	Франція	$+24 - +18$	1260
Бордо	Франція	$+17 - +11$	1260
Тулуза	Франція	$+10 - +5$	1080

ществленіе этого предпріятія, въ особенности, если оно будетъ повторено лѣтъ черезъ 50 или черезъ 100. Такимъ путемъ выяснится въ будущемъ жизнь громадной части организма вселенной. Потомство будетъ, вѣроятно, признательно нашей эпохѣ за этотъ трудъ, но изъ нашихъ современниковъ съ плодами его никому, вѣроятно, не суждено познакомиться. Работы по изготовленію международнаге каталога и карты неба находятся въ послѣднія десятилѣтія въ полномъ ходу и нѣкоторая часть результатовъ уже опубликована. По нимъ можно судить, во что выльется осуществленіе предпріятія. Такъ, результаты измѣреній будутъ отпечатаны почти въ трехъ сотняхъ томовъ большого формата. Атласъ же можно будетъ уложить въ видѣ колонны изъ отдѣльныхъ листовъ большого формата (17×22 дюйма), высотою въ 32 фута.

Обсерваторіи.	Страна.	Поясъ неба.	Число клише.
Алжиръ	Франція	+ 4 —— 2	1260
Санъ-Фернандо	Испанія	— 3 —— 9	1260
Такубая	Мексика	— 10 —— 16	1260
Сантъ-Яго Гайдерабадъ	Чили Индія	— 17 —— 23	1260
Кордоба	Аргентина	— 24 —— 31	1360
Пирзсъ (Perth)	Австралія	— 32 —— 40	1376
Мысъ Добр. Над.	Англія	— 41 —— 51	1512
Сидней	Австралія	— 52 —— 64	1400
Мельбурнъ	Австралія	— 65 —— 90	1149

Каждое изъ клише, съ общей площадью въ четыре квадратныхъ градуса, должно быть, какъ сказано, снято дважды: съ короткой и долгой экспозиціями. Такимъ образомъ, всего должно быть получено свыше 44 тысячъ клише; изъ нихъ половина подлежитъ измѣренію, при чемъ на каждомъ изъ послѣднихъ имѣются въ среднемъ отпечатки около 400—500 звѣздъ (въ предѣльныхъ же случаяхъ—между 50—60 и 5 тысячами). О количествѣ труда, связаннаго съ этимъ дѣломъ, можно судить по тому, напримѣръ, что на одной изъ обсерваторій, гдѣ данной работой было занято 4—5 человѣкъ, измѣренія пластинокъ потребовали около десяти лѣтъ; приблизительно такой же трудъ предстоитъ каждой изъ по семнадцати остальныхъ участницъ предпріятія.

Какъ выше объяснено, главной цѣлью этого колоссальнаго труда является доставленіе точнаго фундамента для будущаго времени, когда, повторивши такую съемку и сравнивши положеніе и величины звѣздъ съ нынѣ зарегистрированными, можно будетъ пролить свѣтъ на вопросы о движеніяхъ звѣздъ, объ измѣненіи ими своихъ величинъ и вообще о жизни звѣздной вселенной. Но и сейчасъ изъ этой работы могутъ быть почерпнуты многія существенныя данныя: прежде всего, необходимыя для разныхъ цѣлей точныя положенія и величины звѣздъ, а затѣмъ и свѣдѣнія статистическаго характера, относящіяся къ распредѣленію звѣздъ по величинамъ и по районамъ неба, къ вопросу о строеніи вселенной и пр. Къ сожалѣнію, все выполненіе этого предпріятія идетъ медленнѣе, чѣмъ предполагалось, главнымъ образомъ вслѣдствіе почти повсемѣстной недостаточности денежныхъ средствъ, необходимыхъ на обработку и опубликованіе собранныхъ колоссальныхъ матеріаловъ.

Россія, обладающая двумя рефракторами типа „карты неба"—въ Пулковѣ и въ Ташкентѣ,—непосредственнаго участія въ этомъ предпріятіи не принимаетъ; тѣмъ не менѣе, Пулковской обсерваторіей исполнены нѣкоторыя вспомогательныя работы, связанныя съ этимъ дѣломъ. Въ Ташкентской обсерваторіи фотографическимъ рефракторомъ, вслѣдствіе поздней его установки, наблюденія начаты лишь въ 1895 году, спустя восемь лѣтъ послѣ начала изготовленія фотографической карты неба.

Говоря о звѣздныхъ каталогахъ, нельзя обойти молчаніемъ ту выдающуюся роль, которую сыграла въ этомъ научномъ вопросѣ наша Пулковская обсерваторія.

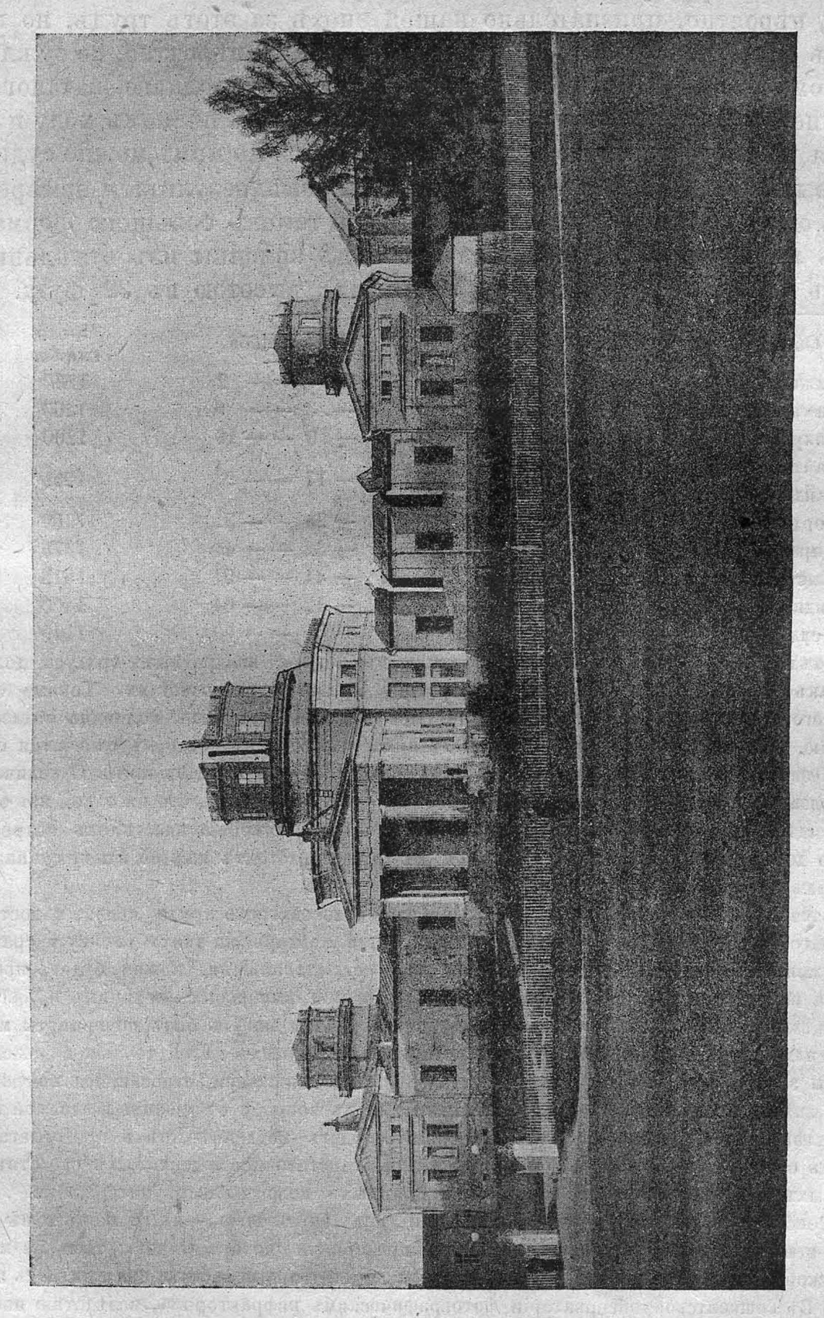


Рис. 28. Пулковская обсерваторія.

Обсерваторія эта открыта въ 1839 г.; находится она въ 13 верстахъ отъ Петрограда. Ея организаторомъ и первымъ директоромъ В. Я. Струве,

извѣстнымъ также по своей дѣятельности въ качествѣ директора Юрьевской обсерваторіи (рис. 29), былъ удачно составленъ планъ дѣятельности новаго учрежденія. Именно, главными ея работами были намѣчены задачи звѣздой астрономіи: опредѣленіе положеній звѣздъ на небесной сферѣ, изслѣдованіе прецессіи, нутаціи, аберраціи и рефракціи и еще нѣкоторые другіе вопросы, также относящіеся къ звѣздному міру. Изученіе же планетъ и другихъ небесныхъ тѣлъ составляло второстепенную задачу. Этотъ планъ стоялъ въ соотвѣтствіи съ климатическими условіями мѣстности, такъ какъ позволялъ самымъ лучшимъ способомъ использовать возможныя наблюденія.



Рис. 29. В. Я. Струве.

Такимъ образомъ, главной задачей Пулковской обсерваторіи издавна стояло опредѣленіе астрономическихъ координатъ звѣздъ, въ связи съ составленіемъ ихъ каталоговъ, и въ этомъ направленіи обсерваторія вскорѣ



Рис. 30. Пассажный инструментъ Пулковской обсерваторіи.

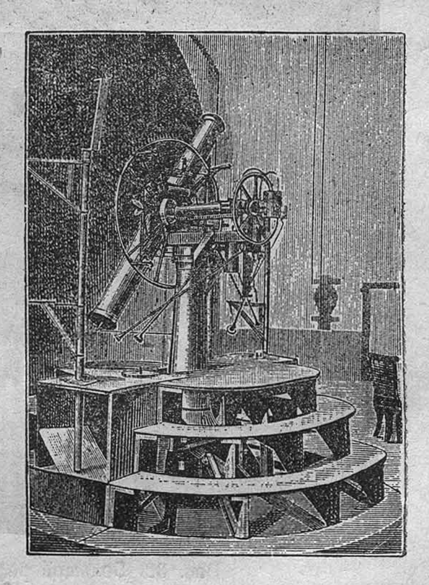


Рис. 31. Вертикальный кругъ Пулковской обсерваторіи.

заняла господствующее положеніе въ астронономическомъ мірѣ, почти никѣмъ не оспариваемое вплоть до настоящаго времени. Тѣ два инстру-

мента, которыми по преимуществу производились опредѣленія звѣздныхъ координатъ—большой пассажный инструментъ и вертикальный кругъ — воспроизведены въ нашей книгѣ (рис. 30 и 31). При этомъ

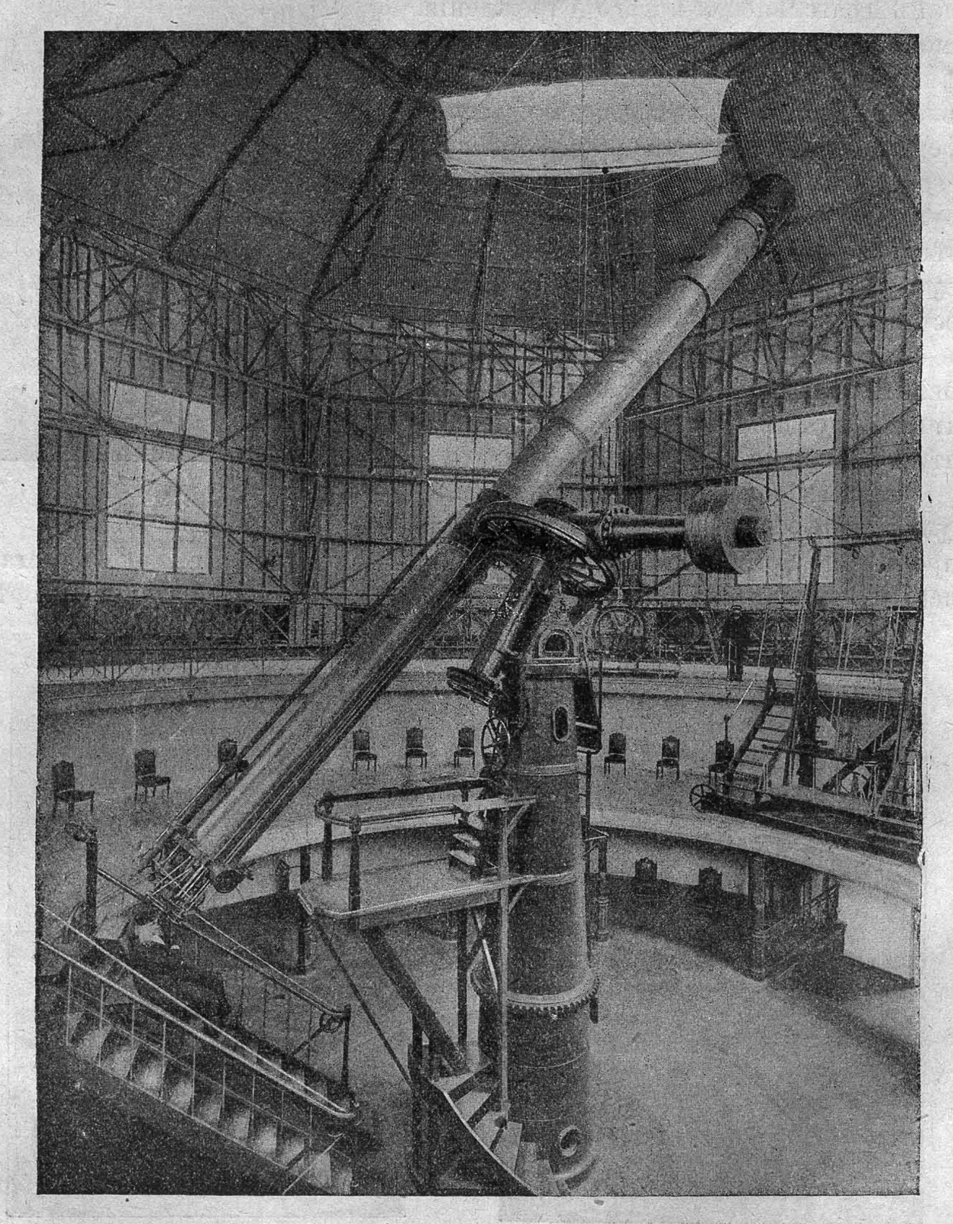


Рис. 32. Большой рефракторъ Пулковской обсерваторіи.

координаты звѣздъ опредѣлялись такимъ способомъ, чтобы онѣ были совершенно независимы отъ какихъ бы то ни было другихъ наблюденій. Въ послѣднее время содѣйствіе въ своей основной задачѣ Пулковская обсерваторія получила отъ отдѣленія ея въ Одессѣ, а въ самые

послѣдніе годы сотрудничество главной обсерваторіи посредствомъ наблюденія надъ болѣе южными звѣздами, недоступными наблюденіямъ въ сѣверной Россіи, исполняетъ обсерваторія въ Николаевѣ, нынѣ являющаяся отдѣленіемъ Пулковской обсерваторіи.

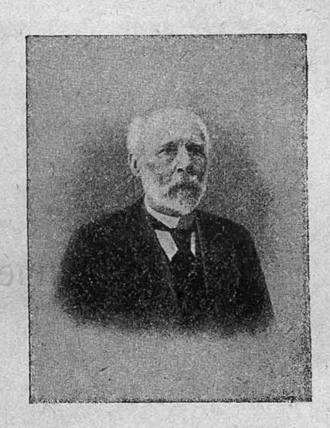


Рис. 33. Ѳ. А. Бредихинъ.

Но, разумѣется, дѣятельность обсерваторіи не могла быть навсегда ограничена вышеприведенными задачами. Послѣ управленія обсерваторіей В. Струве и О. Струве, при которыхъ составъ научныхъ силъ комплектовался почти исключительно изъ нѣмцевъ и лишь очень скудно изъ русскихъ, Пулковская обсерваторія съ 1890 г. перешла подъ руководство извѣстнаго русскаго астронома Ѳ. А. Бредихина, которымъ былъ впервые открытъ широкій доступъ въ обсерваторію русскимъ научнымъ силамъ, быстро завоевавшимъ себѣ видное мѣсто въ рядахъ ученыхъ. Во время управленія обсерваторіей Бредихина (рис. 33), а также при послѣдующемъ его замѣстителѣ О. А. Баклундѣ (рис. 34), дѣятельность обсерваторіи получила болѣе широкое и болѣе интенсивное развитіе. При поддержаніи на должной высотѣ и даже при значительномъ расширеніи прежнихъ основныхъ задачъ звѣздной астрономіи, въ обсерваторіи получили также развитіе работы по астрофотографіи и по астрофизикѣ вообще; объ этихъ работахъ намъ придется въ дальнѣйшемъ неоднократно упоминать. Въ настоящее время управленіе обсерваторіей находится въ рукахъ извѣстнаго русскаго ученаго, астрофизика А. А. Бѣлопольскаго.



Рис. 34. О. А. Баклундъ

Въ послѣдніе годы, кромѣ Николаевской обсерваторіи, организовано отдѣленіе Пулковской обсерваторіи въ Симеизѣ (въ Крыму), которое въ очень короткій срокъ выдѣлилось открытіями новыхъ малыхъ планетъ, кометъ и пр.

Въ тѣхъ немногихъ строкахъ, которыя мы могли посвятить въ нашей книгѣ этому учрежденію, нѣтъ, разумѣется, возможности сколько нибудь полно и рельефно обрисовать выдающуюся научную роль персонала Пулковской обсерваторіи.

III.

Физическое строеніе звѣздъ.

1. Цвѣтъ звѣздъ.

Намъ уже приходилось говорить о цвѣтныхъ звѣздахъ. Упоминалось, напримѣръ, о бѣло-голубоватой Вегѣ, желтоватой Капеллѣ, красномъ Антаресѣ и пр. Въ этихъ случаяхъ имѣлся въ виду, конечно, не красноватый оттѣнокъ, принимаемый всѣми свѣтилами близъ горизонта, и не мгновенная смѣна цвѣта звѣздъ, вызываемая мерцаніемъ, а дѣйствительная ихъ окраска.

Большинство звѣздъ кажутся бѣлыми и бѣло-голубоватыми; такихъ звѣздъ невооруженный глазъ можетъ видѣть около двухъ третей изъ общаго ихъ количества. Остальныя звѣзды, желтоваты, золотисты, оранжевы, красноваты или красны, изрѣдка зеленоваты. Вообще же во всѣхъ звѣздахъ есть примѣсь желтыхъ лучей. Отсюда происходитъ первое впечатлѣніе о желтизнѣ всѣхъ ихъ, почему въ обыденной рѣчи и возникло названіе звѣздъ золотыми.

Окраска звѣздъ была замѣчена еще изстари, и въ связи съ этимъ существуетъ интересная загадка. Птолемей въ своемъ трудѣ Альмагестъ, въ числѣ другихъ яркихъ красноватыхъ звѣздъ, называетъ Сиріуса. Но извѣстно, что Сиріусъ звѣзда бѣло-голубоватая. Такимъ образомъ, если указаніе Птолемея справедливо, мы встрѣчаемъ любопытный случай перемѣны звѣздою своего цвѣта въ довольно короткій срокъ—въ два тысячелѣтія. Однако, нельзя положительно рѣшить, произошла ли дѣйствительная перемѣна цвѣта у Сиріуса, какъ это предполагаютъ нѣкоторые астрономы, основываясь, между прочимъ на нѣсколько неясныхъ указаніяхъ и другихъ писателей, или, какъ предполагаетъ извѣстный итальянскій астрономъ Скіапарелли, Сиріусъ названъ былъ красноватымъ иносказательно, или же, наконецъ, въ данномъ случаѣ была простая ошибка переписчиковъ труда Птолемея. Во всякомъ случаѣ другихъ заслуживающихъ какого-

либо довѣрія указаній на измѣненіе цвѣта звѣздъ за историческій періодъ—не существуетъ.

Въ послѣднее столѣтіе особенное вниманіе на окраску звѣздъ было обращено при наблюденіяхъ такъ называемыхъ двойныхъ звѣздъ, въ которыхъ разсматриваемое явленіе выражено особенно сильно и красочно; на этомъ обстоятельствѣ намъ предстоитъ еще остановиться при знакомствѣ съ двойными звѣздами.

Окраска звѣздъ—явленіе сложное; она вызывается сочетаніемъ цѣлаго ряда основныхъ цвѣтовъ спектра, какъ они обнаруживаются при посредствѣ спектроскопа. Тѣсная связь между цвѣтомъ звѣзды и ея спектромъ находится внѣ сомнѣнія. Если, напримѣръ, въ ряду основныхъ цвѣтовъ спектра особенно ярка красная или оранжевая его часть, то и звѣзда кажется окрашенной въ красный или оранжевый цвѣтъ; если болѣе ярка голубая, синяя и фіолетовая части, то и звѣзда имѣетъ бѣло-голубоватый оттѣнокъ и т. п.

Однако, поскольку это касается изолированныхъ, а не двойныхъ звѣздъ, картину ихъ разноцвѣтности обыкновенно нѣсколько преувеличиваютъ. Въ цвѣтахъ такихъ звѣздъ нѣтъ ничего необычайнаго, и окраска ихъ измѣняется постепенно и естественнымъ рядомъ отъ бѣлаго, черезъ желтый, къ красному цвѣту.

Приведемъ нѣсколько примѣровъ разноцвѣтныхъ звѣздъ:

Бѣлыя звѣзды: Альтаиръ, Денебъ, Проціонъ, Спика.

Бѣло-голубоватыя: Сиріусъ, Вега.

Желтоватыя: Капелла, Солнце.

Желтыя: α Большой Медвѣдицы, α Кассіопеи, α Пастуха, β и δ Андромеды.

Оранжевыя: Альдебаранъ, Арктуръ, Бетельгейзе.

Красныя: α Геркулеса, α Водолея, ε и ϑ Скорпіона.

Очень красныя: Антаресъ, R Кассіопеи, μ Цефея, R Зайца.

Всего оранжевыхъ и красныхъ звѣздъ извѣстно сейчасъ около двухъ тысячъ. Одна изъ самыхъ красныхъ, μ Цефея, получила названіе гранатовой звѣзды; она имѣетъ 4—5 величину, а потому можетъ быть замѣчена и невооруженнымъ глазомъ. Еще краснѣе R Зайца; ее сравниваютъ съ каплей крови. Это слабая звѣздочка; чтобы ее видѣть, надо прибѣгнуть къ помощи оптическаго инструмента.

Разноцвѣтная окраска—это факторъ, досадно вліяющій на опредѣленіе яркостей звѣздъ. Не всѣ обладаютъ одинаковой воспріимчивостью къ разнымъ цвѣтамъ, и это сказывается при наблюденіи, напримѣръ, яркостей различно окрашенныхъ звѣздъ. Особенно затруднительно сравнивать величины звѣздъ, если ихъ опредѣлять визуально, т.-е. непосредственно глазомъ, съ помощью надлежащихъ приборовъ, и, кромѣ того, фотографически. Глазъ болѣе воспріимчивъ къ зеленой части спектра, обыкновенная же пластинка—къ синей его части. Поэтому на фотографическомъ клише красная или желтая звѣзда вый-

детъ, по сравненію съ другими звѣздами, значительно слабѣе, чѣмъ это представляется при разсмотрѣніи на глазъ. И наоборотъ, звѣзда, богатая синими лучами, выйдетъ на клише яркой, тогда какъ глазу она будетъ представляться по блеску скромнѣе. Отсюда можетъ возникнуть разница между визуальными и фотографическими опредѣленіями яркости одной и той же звѣзды, въ крайнихъ случаяхъ, до двухъ и болѣе звѣздныхъ величинъ.

Для сужденія о цвѣтѣ звѣздъ получило широкое примѣненіе опредѣленіе ихъ показателя цвѣта (color-index); этимъ терминомъ обозначается разность между фотографической и визуальной величиной звѣзды. Показатель цвѣта тѣсно связанъ со спектромъ звѣздъ.

Было уже, напримѣръ, указано, что визуальная яркость Солнца составляетъ—26.6, а фотографическая—25.9 звѣздной величины: слѣдовательно, показатель цвѣта Солнца составляетъ+0.7.

2. Спектры звѣздъ.

Почти всѣ свѣдѣнія наши о физическомъ строеніи небесныхъ тѣлъ, въ томъ числѣ и звѣздъ, добываются при посредствѣ спектральнаго анализа. Этотъ способъ не вполнѣ еще совершененъ, многое требуетъ дальнѣйшаго изученія, но другого способа, равной надежности, въ нашемъ распоряженіи не имѣется.

Будемъ предполагать, что читатель болѣе или менѣе знакомъ со спектральнымъ анализомъ [1]). Поэтому воспроизведемъ вкратцѣ лишь тѣ его начала, которыя полезно возобновить въ памяти какъ для болѣе легкаго чтенія настоящей главы о спектрахъ звѣздъ, такъ и для послѣдующихъ указаній на спектры разныхъ небесныхъ тѣлъ.

Извѣстно, что лучъ отъ какой-нибудь яркой точки, пропущенный черезъ стеклянную призму, не представится болѣе въ видѣ точки, но—въ видѣ свѣтлой радужной полосы. Эта полоса отклонится отъ того направленія, которое имѣлъ лучъ до вступленія въ призму, причемъ отклоненіе не одинаково для разныхъ цвѣтовъ радуги: меньше всего отклонится (преломится) красный цвѣтъ, затѣмъ оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синій и, наконецъ, болѣе всѣхъ—фіолетовый цвѣтъ. Такая радужная полоса называется непрерывнымъ или сплошнымъ спектромъ. А такъ какъ разсматривать узкій спектръ отъ точки неудобно, то берутъ цѣлый рядъ такихъ точекъ—одну надъ другой, своей совокупностью составляющихъ яркую щель. На этомъ и основывается примѣненіе щели въ спектроскопіи. Обычный непрерывный спектръ является такимъ образомъ серіей цвѣтныхъ изображеній щели: красная щель, оранжевая, желтая и п.; совокупность же непрерывныхъ щелей составляетъ непрерывный спектръ.

---

[1]) См. В. В. Стратоновъ. Солнце, стр 52—72.

Такой спектръ называется видимымъ; есть еще, какъ извѣстно, не воспринимаемая непосредственно глазомъ инфра-красная часть, примыкающая къ красной части видимаго спектра, и ультра-фіолетовая, примыкающая къ фіолетовой его части. Обѣ, послѣднія части спектра въ современномъ состояніи звѣздной астрономіи не играютъ еще замѣтной роли.

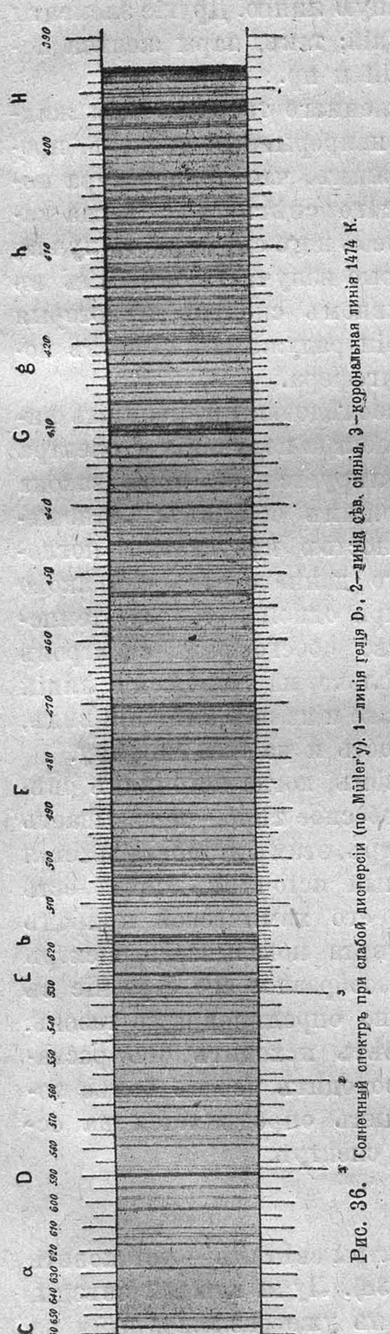


Рис. 36. Солнечный спектръ при слабой дисперсіи (по Müller'у). 1—линія гелія D_3, 2—линія сѣв. сіянія, 3—корональная линія 1474 K.

Уже болѣе ста лѣтъ назадъ было обнаружено, что спектръ отъ частей солнечной поверхности не представляется такимъ непрерывнымъ, какъ описано выше, но что на немъ замѣчаются темныя линіи разной степени черноты и разной толщины (рис. 36). Это явленіе было впервые детально изслѣдовано нѣмецкимъ оптикомъ Фраунгоферомъ (рис. 35), а потому и самымъ линіямъ, повторяющимъ, какъ понятно, форму щели, дали названіе линій Фраунгофера. Съ помощью такихъ линій и производится спектральный анализъ: линіи Фраунгофера являются тѣмъ ключомъ, при посредствѣ котораго дешифрируются свѣтовыя вѣсти о физико-химическомъ строеніи и даже о движеніи небесныхъ тѣлъ.


Рис. 35. Фраунгоферъ.

Основныя начала этого анализа могутъ быть вкратцѣ формулированы такимъ образомъ.

Всѣ твердыя или жидкія тѣла въ состояніи каленія излучаютъ бѣлый свѣтъ, дающій непрерывный спектръ.

Различные газы имѣютъ спектры, состоящіе изъ отдѣльныхъ яркихъ линій. Для каждаго вещества положеніе яркихъ линій, свойственныхъ только ему одному, является строго опредѣленнымъ. Число яркихъ линій въ спектрахъ разныхъ веществъ раз-

лично между собой. Например, пары натрія даютъ извѣстную двойную желтоватую линію, пары таллія—зеленую линію. Другіе элементы даютъ по нѣсколько, иногда по много линій; такъ, пары желѣза показываютъ нѣсколько тысячъ яркихъ линій и пр.

Пусть лучи отъ какого-нибудь раскаленнаго твердаго или жидкаго тѣла, имѣющаго, какъ говорилось, непрерывный спектръ, проходятъ черезъ какіе-либо газы. Предположимъ, что температура послѣднихъ ниже, чѣмъ температура дающаго свѣтъ тѣла. Тогда каждый газъ поглотитъ изъ проходящаго черезъ него свѣта часть лучей, и притомъ поглотитъ тѣ самые лучи, которые излучаетъ онъ самъ въ состояніи свѣченія. Поэтому на непрерывномъ спектрѣ нѣкоторыя мѣста будутъ затемнены, такъ что на серіи радужныхъ цвѣтовъ появятся темныя линіи, именно линіи Фраунгофера.

Начала спектральнаго анализа были изслѣдованы нѣмецкимъ физикомъ Кирхгофомъ (рис. 37). Совпаденіе спектра излученія и спектра поглощенія формулируется, въ видѣ закона Кирхгофа, слѣдующимъ образомъ: „отношеніе между способностью испускать и поглощать лучи всякаго даннаго рода одинаково для всѣхъ тѣлъ при одной и той же температурѣ“. Тождество обоего рода спектровъ простирается не только на положеніе линій въ спектрѣ, но также и на ихъ внѣшній видъ, на ихъ интенсивность и на ихъ ширину.



Рис. 37. Кирхгофъ.

Такимъ образомъ, когда источникъ свѣта,—напримѣръ, небесное тѣло,—показываетъ непрерывный спектръ, этимъ устанавливается лишь то, что самый источникъ свѣта есть твердое или жидкое тѣло; заключеній объ его химической природѣ мы сдѣлать не можемъ. Если источникъ свѣта показываетъ спектръ изъ яркихъ линій, это обнаруживаетъ газообразное его строеніе въ составѣ одного или нѣсколькихъ совершенно опредѣленныхъ газовъ. Темныя линіи спектра доказываютъ, что свѣтъ исходитъ отъ раскаленнаго твердаго или жидкаго тѣла и проходитъ черезъ болѣе холодныя массы газовъ; природа же послѣднихъ опредѣляется на основаніи мѣстоположенія темныхъ линій въ спектрѣ.

Самый простой способъ наблюдать спектры свѣтилъ — установить надъ объективомъ рефрактора призму (рис. 38). Лучи каждой звѣзды, пройдя черезъ призму, войдутъ въ телескопъ уже разложенными на составные цвѣта. Тогда въ фокусѣ инструмента, вмѣсто отдѣльныхъ звѣздъ, будутъ видны ихъ спектры; на фотографіяхъ же, вмѣсто отпечатка каждой звѣзды, получится отпечатокъ ея спектра. При та-

кихъ условіяхъ на одномъ клише получаются иногда спектры сотенъ звѣздъ. Этотъ способъ наблюденій особенно развитъ извѣстнымъ американскимъ астрономомъ Пикерингомъ, директоромъ Гарвардской обсерваторіи.

Однако, примѣненіе призмъ при большихъ инструментахъ представляетъ много неудобствъ. Поэтому предпочитаютъ пользоваться особымъ приборомъ для наблюденія спектровъ, называемымъ спектроскопомъ. Если же, вмѣсто наблюденія спектра, предположено его фотографировать, то на мѣсто окуляра устанавливаютъ фотографическую камеру; такіе инструменты называются спектрографами [1]).

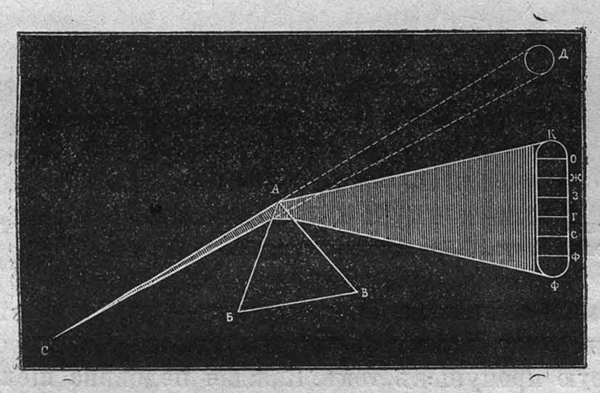


Рис. 39. Разложеніе призмой луча отъ круглаго отверстія на составные цвѣта.

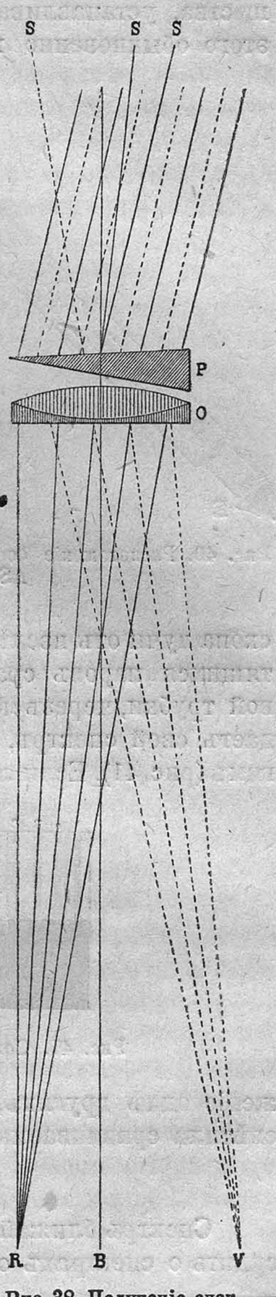


Рис. 38. Полученіе спектра при посредствѣ объективной призмы.

[1]) *Прим.* Обыкновенный спектроскопъ состоитъ изъ слѣдующихъ частей (рис. 40): во-первыхъ, изъ коллиматора, или трубы съ объективомъ, въ фокусѣ котораго расположена щель, вслѣдствіе чего лучи отъ всѣхъ точекъ щели выходятъ изъ объектива параллельными между собой, т.-е. какъ бы исходятъ изъ безконечно удаленной точки, а это является выгоднѣйшимъ условіемъ для наблюденія спектровъ; во вторыхъ, изъ прибора разсѣивающаго свѣтъ — изъ одной призмы, или — для усиленія разсѣянія свѣта — изъ нѣсколькихъ призмъ, сквозь которыя послѣдовательно проходитъ лучъ, уже разложенный и первою призмой на составные цвѣта; въ-третьихъ, изъ зрительной трубы для разсмотрѣнія спектра, съ окуляромъ и приспособленіями для измѣреній; если же это не спектроскопъ, а спектрографъ, то, вмѣсто окуляра, устанавливается фотографическая камера. Самый спектроскопъ или спектрографъ, для наблюденій, привинчивается къ рефрактору, вмѣсто окуляра. Щель спектроскопа располагается въ фокусѣ, и на нее устанавливается изслѣдуемая звѣзда.

Изъ сравненія спектра свѣтила со спектромъ какого-нибудь вещества, устанавливаютъ, находится ли послѣднее на свѣтилѣ. Для этого обыкновенно пропускаютъ сквозь одну половину щели спекро-

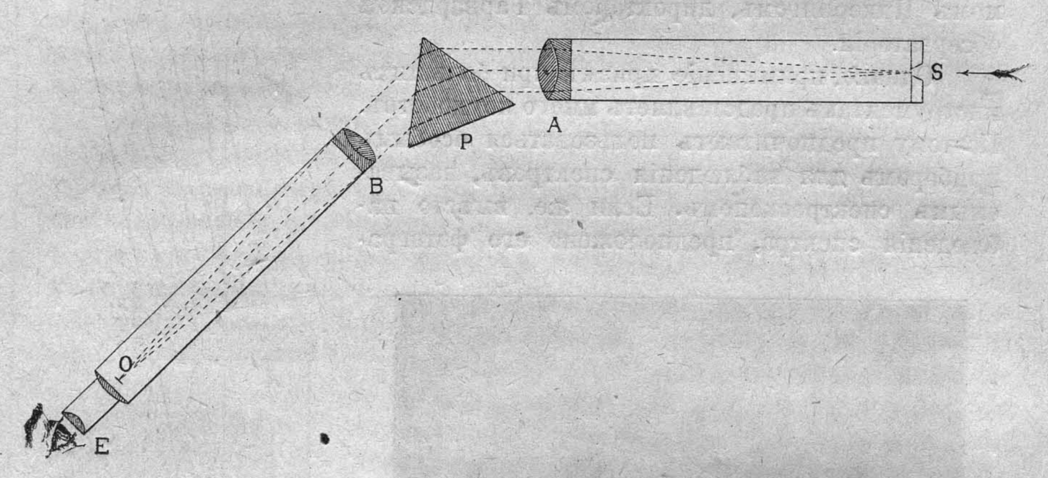


Рис. 40. Расположеніе составныхъ частей въ призматическомъ спектроскопѣ. P — призма, AS — коллиматоръ, BE — зрительная труба.

скопа лучи отъ изслѣдуемаго свѣтила, а сквозь другую — лучи отъ свѣтящихся паровъ сравниваемаго вещества, напримѣръ, отъ Гейслеровой трубки, черезъ которую пропущенъ токъ. Каждая половина щели даетъ свой спектръ, и оба послѣдніе располагаются одинъ надъ другимъ (рис. 41). Если линіи двухъ такихъ спектровъ составляютъ продол-

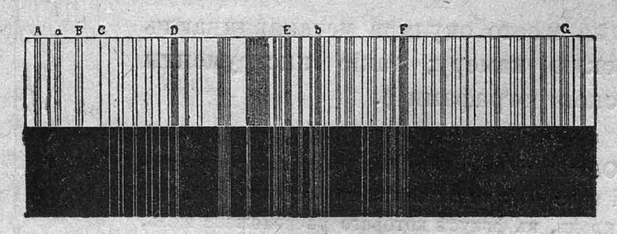


Рис. 41. Совпаденіе линій солнечнаго и желѣзнаго спектровъ.

женіе однѣ другихъ, то это доказываетъ присутствіе въ атмосферѣ свѣтила сравниваемаго вещества.

Спектръ ближайшей къ намъ звѣзды—Солнца даетъ возможность судить о спектрахъ отдаленныхъ звѣздъ. Спектры многихъ звѣздъ до-

Если изслѣдуемое свѣтило покрываетъ въ фокусѣ всю щель (напримѣръ, Солнце, большія туманности), то и спектръ получается во всю длину щели. Если же на щель ложится только небольшая свѣтлая точка — звѣзда, то спектръ получается узкій, и его иногда приходится искусственно расширять.

вольно близко воспроизводятъ солнечный, другихъ — болѣе отдаленно, третьи напоминаютъ его только отчасти. Но тѣмъ не менѣе изо всего разнообразія звѣздныхъ спектровъ можно составить цѣпь съ послѣдовательными, родственными между собою, звеньями.

Когда, послѣ открытіи Кирхгофа, разсѣялся туманъ, висѣвшій надъ всѣми вообще спектральными письменами, началось дешифрированіе и звѣздныхъ спектровъ. Первыя изслѣдованія были произведены итальянскими астрономами, главнымъ образомъ Секки (рис. 42). Ему принадлежитъ, въ семидесятыхъ годахъ минувшаго вѣка, первая попытка внести систему въ звѣздные спектры, выразившаяся въ классификаціи, которая основана на соотвѣтствіи между цвѣтомъ звѣзды и общимъ характеромъ ея спектра. Эта классификація въ существенныхъ чертахъ сохранила свое значеніе и до нашихъ дней.



Рис. 42. Секки.

Распредѣливши звѣзды въ рядъ отъ голубыхъ до красныхъ, Секки раздѣлилъ ихъ по спектрамъ на слѣдующіе четыре типа (рис. 43).

I. Бѣлыя или голубоватыя звѣзды; въ нихъ на непрерывномъ спектрѣ видны очень рѣзкія темныя водородныя линіи; другія же темныя линіи немногочисленны и очень слабы. Представителями этого типа могутъ служить: Сиріусъ, Вега, Касторъ, Альтаиръ, Регулусъ и пр.

Рис. 43. Спектры звѣздъ по классификаціи Секки—Фогеля. Наверху I типъ; слѣдующій — II типъ; два нижнихъ спектра — разновидности III типа.

II. Желтоватыя звѣзды; онѣ имѣютъ непрерывный спектръ со множествомъ тонкихъ темныхъ линій; иначе говоря, ихъ спектры тождественны съ солнечнымъ спектромъ. Представителями типа, кромѣ Солнца, служатъ: Арктуръ, Капелла, Поллуксъ, Проціонъ, *α* Большой Медвѣдицы и пр.

III. Оранжевыя и красноватыя звѣзды; у нихъ на непрерывномъ спектрѣ видны широкія темныя полосы, рѣзко ограниченныя со стороны фіолетоваго цвѣта, но размытыя въ сторону краснаго. Представителями являются: *α* Оріона (Бетельгейзе), *α* Геркулеса, *α* Скорпіона (Антаресъ) и др.

IV. Красныя и темно-красныя звѣзды; въ ихъ спектрахъ видны широкія темныя полосы, рѣзко ограниченныя со стороны краснаго цвѣта, но размытыя въ сторону фіолетоваго; обыкновенно у этихъ звѣздъ видны лишь отдѣльныя части спектра, преимущественно оранжевая, желтая и зеленая.

Необходимо отмѣтить, что и въ этой классификаціи звѣздныхъ спектровъ и въ остальныхъ, о которыхъ вкратцѣ мы упомянемъ далѣе, подраздѣленіе на спектральные типы или классы отмежевывается только условными границами. Въ дѣйствительности въ звѣздныхъ спектрахъ царитъ большое разнообразіе, и каждый спектральный классъ переходитъ въ другой при посредствѣ ряда промежуточныхъ стадій.

Такая классификація, хотя и вѣрная въ своей основѣ, представляется, однако, только сухимъ скелетомъ. Чтобы придать ей видъ живого организма, надо найти тѣ причинныя начала, которыя производятъ наблюдаемую цѣпь измѣненій вида звѣздныхъ спектровъ. Въ точности эти начала еще не выяснены, но большое вѣроятіе пріобрѣтаетъ ихъ объясненіе, почерпнутое изъ фактовъ, извѣстныхъ хотя бы въ повседневной жизни.

Мы, знаемъ, напримѣръ, что нагрѣваемое тѣло, по мѣрѣ повышенія температуры, измѣняетъ свой цвѣтъ. Желѣзная полоса, раскаляясь, переходитъ въ своемъ свѣченіи отъ темно-краснаго черезъ желтый до ослѣпительно бѣлаго цвѣта; при охлажденіи полосы измѣненіе цвѣта идетъ по тому же пути, но въ обратномъ порядкѣ. Подобное же явленіе можно наблюдать и въ электрическихъ лампочкахъ, въ которыхъ, при пропусканіи тока или его внезапныхъ перерывахъ, отчетливо видна та же самая смѣна цвѣтовъ.

Это же явленіе, въ своихъ существенныхъ частяхъ, должно происходить и со звѣздами въ томъ случаѣ, если температура ихъ повышается или понижается. Въ дѣйствительности и то, и другое явленіе имѣютъ мѣсто въ звѣздной жизни.

Измѣненіе температуры звѣзды вызываетъ, стало быть, измѣненія окраски звѣзды: отъ бѣлаго, черезъ желтый, къ красному, или обратно. Оно отражается также и на ея спектрѣ: извѣстно, что съ повышеніемъ температуры спектръ раскаленнаго тѣла вытягивается въ сторону фіолетоваго цвѣта, и эта часть спектра становится все болѣе интенсивной, хотя цвѣтъ раскаленнаго тѣла, съ повышеніемъ температуры, приближается къ чисто бѣлому цвѣту.

Но ни цвѣтъ звѣзды, ни ея спектръ не даютъ указаній на то, проходитъ ли звѣзда путь отъ охлажденія къ нагрѣванію, или же она идетъ обратно къ уменьшенію своей температуры, и это обстоятельство создаетъ большія затрудненія при изученіи звѣздной эволюціи.

Мы приходимъ, такимъ образомъ, къ заключенію, что изъ числа видимыхъ звѣздъ красныя наиболѣе холодны, бѣлыя самыя горячія, а желтыя занимаютъ промежуточное между ними мѣсто.

Но опытъ, почерпнутый изъ наблюденій, говоритъ намъ еще о другомъ—о пріобрѣтеніи всѣми свѣтилами, по мѣрѣ ихъ приближенія къ горизонту, оранжеваго и краснаго цвѣта. Въ данномъ случаѣ измѣненіе ихъ окраски вызывается измѣненіемъ толщи атмосферы, сквозь которую проходятъ звѣздные лучи, а это одинаково относится и къ земной и къ звѣзднымъ атмосферамъ. Слѣдовательно, звѣзды, и независимо отъ температуры, могутъ имѣть разную окраску, вызываемую составомъ и толщей своихъ газовыхъ оболочекъ [1]).

Едва ли будутъ ошибкой принимать, что главную роль въ измѣненіи спектра и окраски звѣздъ играетъ все-таки измѣненіе ихъ температуры, а лишь дополнительную — поглощеніе лучей ихъ атмосферами.

Самой естественной и постоянно дѣйствующей причиной, вызывающей измѣненіе звѣздной температуры, является потеря теплоты вслѣдствіе излученія въ междузвѣздное пространство, причемъ охлаждающееся тѣло сжимается и уменьшается въ объемѣ. Первоначальное состояніе космической матеріи, до полученія ею права на сопричисленіе къ звѣздамъ, есть, повидимому, состояніе газообразное. При постепенномъ охлажденіи, газообразная масса сгущается, но это сгущеніе сопровождается выдѣленіемъ огромнаго количества теплоты. Отсюда и получается извѣстный парадоксальный фактъ: потеря нашимъ небеснымъ тѣломъ теплоты влечетъ за собою не убыль температуры, а ея возрастаніе. Однако, это длится только до извѣстнаго предѣла, послѣ котораго наступаетъ равновѣсіе между приходомъ тепла отъ сжатія и расходомъ его вслѣдствіе излученія, а въ дальнѣйшемъ идетъ уже охлажденіе небеснаго тѣла. Такимъ образомъ, излученіе тепла вызываетъ въ звѣздахъ и возрастаніе и убыль температуры. Измѣненіе же температуры выражается въ измѣненіи спектра звѣздъ.

Во сколько времени происходятъ эти перемѣны возраста звѣздъ, указать невозможно; но во всякомъ случаѣ рѣчь должна идти о милліонахъ или, вѣрнѣе, о десяткахъ и сотняхъ милліоновъ лѣтъ.

Газообразное состояніе матеріи, какъ многіе полагаютъ,—прародительское для звѣздъ, наблюдается на небѣ въ видѣ уже отчасти извѣстныхъ читателю массъ туманной матеріи. Въ спектрахъ этихъ

---

[1]) *Прим.* Кромѣ этого, отдаленнѣйшія звѣзды, повидимому, принимаютъ въ нѣкоторой мѣрѣ красноватый оттѣнокъ вслѣдствіе поглощенія свѣта при прохожденіи небеснаго пространства.

небесныхъ тѣлъ—о нихъ мы впослѣдствіи будемъ говорить болѣе подробно—видны свойственныя газообразному источнику свѣта нѣсколько яркихъ линій: водорода, гелія, преимущественно же неизвѣстнаго еще на Землѣ элемента, называемаго небуліемъ. Такой спектръ—изъ нѣсколькихъ яркихъ линій—и слѣдуетъ поставить начальнымъ звеномъ нашей спектральной цѣпи, соотвѣтствующимъ начальному моменту жизни небеснаго тѣла.

Собственно же звѣздою небесное тѣло можетъ считаться съ того момента, когда въ первоначальной туманности, вслѣдствіе охлажденія и сжатія, появляется сгущеніе. Это сгущеніе, являющееся такимъ образомъ зарождающимся ядромъ, и напоминающее солнечную фотосферу, производитъ наблюдаемый, при спектроскопическомъ изслѣдованіи, непрерывный спектръ. Несгущенная же еще масса туманнаго газообразнаго матеріала образуетъ атмосферу молодой звѣзды. Эта атмосфера обнаруживается въ спектрахъ, въ зависимости отъ своей температуры, подъ видомъ яркихъ или темныхъ линій.

Если мы обратимся теперь къ матеріалу, доставленному спектральнымъ обзоромъ звѣздъ, то мы поставимъ въ качествѣ перваго звена спектральной звѣздной цѣпи такія звѣзды, у которыхъ на непрерывномъ спектрѣ встрѣчаются какъ яркія, такъ и темныя линіи, и которыя видимымъ образомъ связаны съ окружающимъ ихъ туманнымъ веществомъ. Черезъ звѣзды этого типа либо проходятъ волокна и нити туманностей, либо же онѣ густо окутаны туманной матеріей. Подобныя звѣзды встрѣчаются въ созвѣздіи Оріона, въ Плеядахъ и пр. Въ составъ атмосферы болѣе молодыхъ изъ такихъ звѣздъ входятъ почти исключительно водородъ и гелій, хотя и въ разномъ соотношеніи. У звѣздъ же, ушедшихъ нѣсколько впередъ въ своей эволюціи, въ атмосферѣ замѣчается присутствіе кальція, магнія и нѣкоторыхъ металловъ. Цвѣтъ всѣхъ подобныхъ звѣздъ бѣлый.

На слѣдующемъ мѣстѣ въ порядкѣ эволюціи мы должны поставить звѣзды, подобныя Сиріусу. Плотность такихъ звѣздъ незначительна, не превосходитъ плотности воды. Поглощеніе постепенно уплотняющейся атмосферы еще не велико, и непрерывный спектръ наблюдается весь; окраска звѣзды остается бѣлой или бѣло—голубоватой. Изъ спектральныхъ линій выдѣляются широкія и рѣзкія линіи водорода; линіи же гелія либо становятся неясными, либо вовсе исчезаютъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ становятся видимыми темныя линіи кальція, желѣза и др.

Далѣе, въ спектральной цѣпи должны занять мѣсто звѣзды съ уплотнившеюся, благодаря охлажденію, атмосферой и съ усилившимся, вслѣдствіе этого, поглощеніемъ. На непрерывномъ спектрѣ такихъ звѣздъ это сказывается въ ослабленіи интенсивности болѣе преломляемыхъ (фіолетовой, синей) частей спектра, тогда какъ въ красной, оранжевой и желтой частяхъ ослабленіе незначительно. Поэтому

звѣзды принимаютъ желтоватую или желтую окраску. Водородныя линіи спектра, бывшія въ предыдущей фазѣ звѣздной эволюціи преобладающими, становятся слабѣе, а выступаютъ чрезвычайно многочисленныя линіи разныхъ металловъ, указывающія на присутствіе послѣднихъ и въ атмосферѣ звѣздъ. Въ общемъ получается хорошо знакомый намъ спектръ, тождественный съ солнечнымъ, и, такимъ образомъ, въ эволюціонномъ обзорѣ мы подошли къ звѣздамъ солнечнаго типа.

Къ числу желтыхъ звѣздъ относится интересная, но недостаточно еще разъясненная, ихъ разновидность, извѣстная подъ названіемъ звѣздъ Вольфа—Райе, по имени двухъ французскихъ астрономовъ, открывшихъ въ 1867 г. звѣзды этого типа. Въ спектрахъ такихъ звѣздъ на непрерывномъ фонѣ видно множество тонкихъ линій поглощенія, но, вмѣстѣ съ тѣмъ, и рядъ яркихъ линій, соотвѣтствующихъ не только водороду и гелію, но также и легкимъ металламъ; иногда же такія яркія линіи представляются даже безъ непрерывнаго фона. Нѣкоторыми астрономами это явленіе объясняется такимъ образомъ, что вокругъ звѣздъ существуетъ очень обширная атмосфера, которая соперничаетъ въ роли источника свѣта со звѣзднымъ ядромъ. Подобныхъ звѣздъ извѣстно свыше сотни, и всѣ онѣ, за ничтожными исключеніями, очень слабы по блеску и не видны невооруженнымъ глазомъ. Во всякомъ случаѣ эти звѣзды представляютъ значительный космогоническій интересъ.

По мѣрѣ того, какъ звѣзды старѣютъ и охлаждаются, атмосфера ихъ становится все плотнѣе. Поглощеніе въ ней свѣта постепенно увеличивается, и замѣчается ослабленіе не только болѣе преломляемой, но уже и средней части спектора. Менѣе ослаблены лишь красная и оранжевая его части; поэтому видимая окраска звѣздъ становится въ менѣе старыхъ звѣздахъ оранжевой, въ болѣе старыхъ—красной. Металлическія линіи рѣзки, и появляются цѣлыя полосы поглощенія. Происхожденіе этихъ полосъ объясняется тѣмъ, что въ атмосферѣ съ сильно понизившейся температурой образуются сложныя химическія соединенія, производящія въ спектрѣ такія полосы. При этомъ въ отношеніи полосъ наблюдается особенность, отмѣченная еще въ классификаціи Секки. Именно, въ менѣе старыхъ изъ этого рода звѣздъ, въ томъ числѣ и яркихъ изъ нихъ, полосы въ спектрѣ расположены такъ, что рѣзко очерченные ихъ края направлены къ фіолетовому концу спектра, размытые же края—къ красному. Въ болѣе же старыхъ и болѣе красныхъ звѣздахъ, къ числу коихъ относятся слабыя звѣзды, распредѣленіе яркости обратное: болѣе рѣзко очерчена сторона расположенная къ красной части спектра.

На этомъ обрываются видимыя на глазъ звенья спектральной звѣздной цѣпи. Но не подлежитъ сомнѣнію, что существуетъ еще большое число не свѣтящихся, темныхъ звѣздъ. Часть изъ нихъ уже

удалось обнаружить, и съ этими фактами мы встрѣтимся на ближайшихъ страницахъ. Такія звѣзды или потеряли способность свѣтиться вслѣдствіе охлажденія, или окружены столь густой атмосферой, что она вовсе не пропускаетъ ихъ свѣта.

Важность водворенія системы и порядка въ спектральныя показанія многотысячнаго сонма звѣздъ побудила и другихъ астрономовъ, послѣ Секки, вырабатывать и свои классификаціи спектровъ звѣздъ.

Изъ такихъ системъ преимущественно въ Германіи, а отчасти и въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ, получила примѣненіе Потсдамская система Фогеля. Эта система представляетъ собою переработку классификаціи Секки на основаніи того принципа, что въ спектрахъ отражается послѣдовательность развитія звѣздъ подъ дѣйствіемъ охлажденія. Система Фогеля, знаменитаго нѣмецкаго астрофизика (рис. 44), бывшая первоначально довольно простой, подъ вліяніемъ позднѣйшихъ, преимущественно фотографическихъ, наблюденій сильно осложнилась, почему она все менѣе удовлетворяетъ астрономовъ.


Рис. 44. Фогель.

Громадное количество наблюденій надъ фотографіями звѣздныхъ спектровъ было произведено въ послѣднія десятилѣтія, при посредствѣ объективной призмы, въ Гарвардской обсерваторіи въ Кэмбриджѣ (Сѣв. Америкѣ), а также въ южномъ ея отдѣленіи въ Перу (Арекипа).

Напримѣръ, новый каталогъ этой обсерваторіи (New Draper Catalogue), охватывающій все небо, даетъ свыше 240 000 спектровъ звѣздъ; въ Кэмбриджѣ для этого каталога предѣльной величиной является 8.5, а въ Арекипа 9.0. На основаніи собраннаго обширнаго матеріала, въ Гарвардской обсерваторіи выработана своя система спектральной классификаціи звѣздъ. Гарвадская классификація въ значительной мѣрѣ эмпирична, такъ какъ, при неизвѣстности тѣхъ физическихъ условій, которыя вызываютъ прогрессивныя измѣненія въ спектрахъ, нельзя было представить въ ней дѣйствительный порядокъ звѣздной эволюціи. Вслѣдствіе этого звѣзды расположены въ Гарвардской классификаціи по внѣшнимъ признакамъ: появленію однѣхъ линій, исчезновенію другихъ, измѣненію интенсивности линій, присутствію полосъ, различію интенсивности непрерывнаго спектра и т. п. Тѣмъ не менѣе, практически эта классификація оказалась удобной и, по всей вѣроятности, она имѣетъ за собой и нѣкоторый физиче-

скій базисъ; въ настоящее время почти всѣ изслѣдователи звѣздныхъ спектровъ пользуются именно ею.

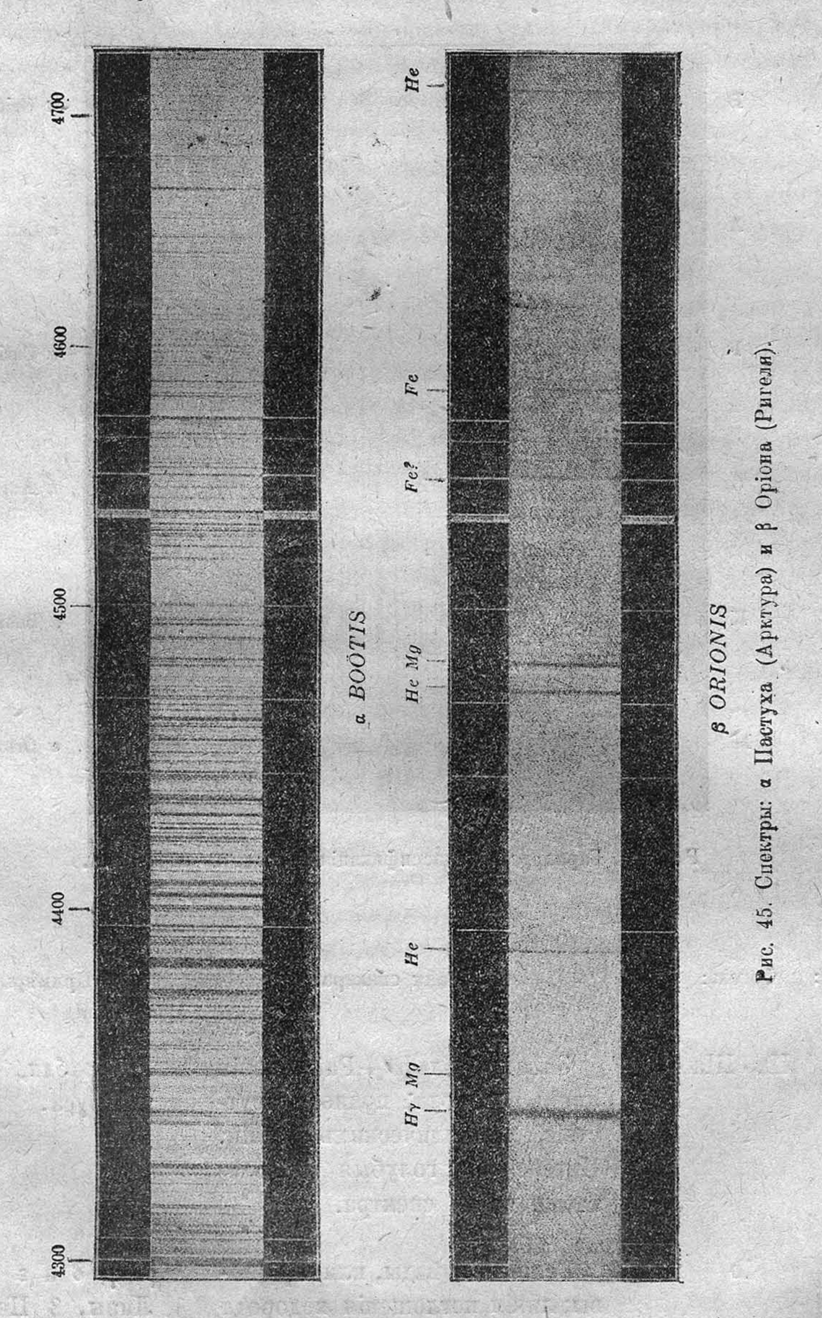


Рис. 45. Спектры: α Пастуха (Арктура) и β Оріона (Ригеля).

Такъ какъ на эту классификацію впослѣдствіи намъ придется постоянно ссылаться, воспроизведемъ ее здѣсь, ограничиваясь самыми существенными чертами, и сопоставимъ ее съ подраздѣленіями

спектровъ по системамъ Секки и Фогеля. Въ Гарвардской классификаціи каждый классъ обозначается большой латинской буквой.

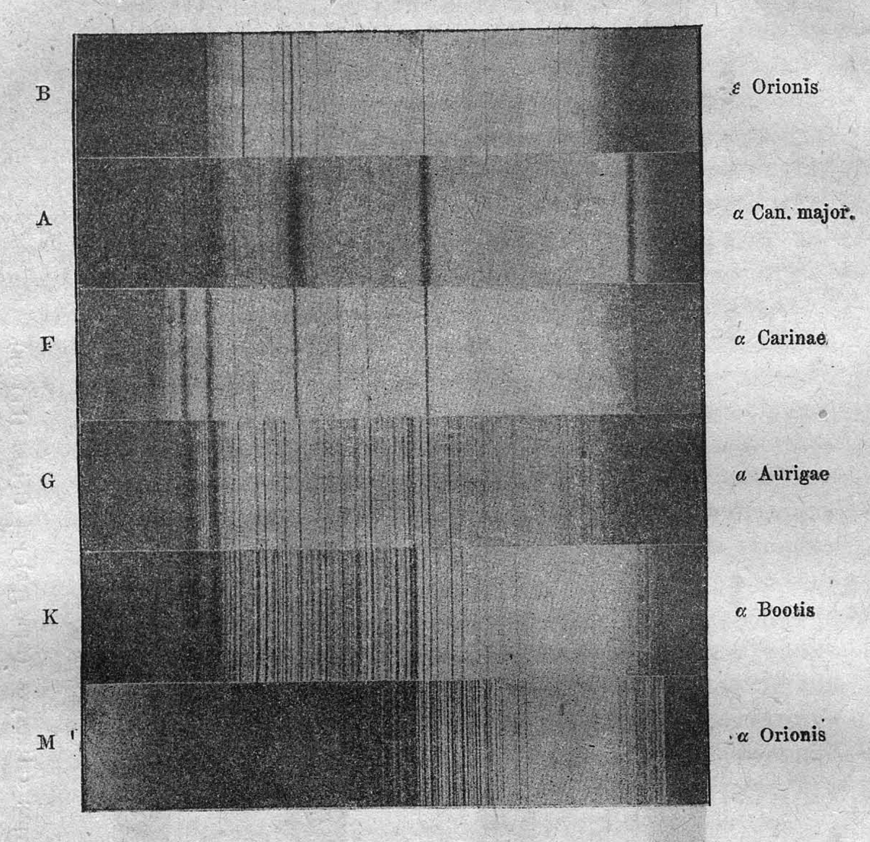


Рис. 46. Гарвардская классификація звѣздныхъ спектровъ.

Секки:	Фогель:	Гарвардъ:	Признаки спектра:	Примѣры:
	IIa - IIIa	O	Звѣзды Вольфа—Райе; яркія линіи водорода, полное отсутствіе металлическихъ линій. Интенсивны голубыя и фіолетовыя части спектра.	ζ Корабля, γ Паруса.
	Ib		Геліевы звѣзды, или Оріоновы; линіи поглощенія водорода и гелія, слабыя линіи металловъ; иногда яркія линіи водорода.	β, γ, δ и ε Оріона, β Лиры, β Персея, γ Кассіопеи, η Тельца (Альціоне).

Секки:	Фогель:	Гарвардъ:	Признаки спектра:	Примѣры:
I	Ia	A	Сиріусовы звѣзды; линіи водорода очень интенсивны, гелія нѣтъ, линіи кальція тонки, замѣтны линіи металловъ.	Сиріусъ, Вега, Касторъ, Денебъ, Фомальгаутъ, Альтаиръ, γ Большой Медвѣдицы.
	Ia - IIa	F	Кальціевыя звѣзды; линіи кальція (H и K) очень интенсивны; линіи водорода слабѣе, чѣмъ раньше; много линій металловъ.	Канопусъ, Проціонъ, δ Орла, Полярная.
II	IIa	G	Солнечныя звѣзды; линіи кальція (H и K) интенсивны, очень много линій металловъ; линіи водорода слабѣе, чѣмъ въ предыдуших. Фіолетовый конецъ спектра нѣсколько ослабленъ.	Солнце, Капелла, χ Близнецовъ.
	IIa - IIIa	K	Многія линіи металловъ усилены, интенсивны линіи кальція; въ непрерывномъ спектрѣ нѣсколько ослаблены болѣе преломляемыя части.	Арктуръ, Альдебаранъ, α Кассіопеи, α Большой Медвѣдицы.
III	IIIa	M	Еще большее усиленіе линій металловъ; дальнѣйшее ослабленіе интенсивности болѣе преломляемыхъ частей спектра; появленіе темныхъ полосъ въ голубой и зеленой частяхъ.	Антаресъ, Бетельгейзе, α Геркулеса, β Андромеды, Чудесная въ Китѣ.
IV	IIIb	N	Полосы поглощенія углерода и углеводородовъ; водородъ, гелій, кальцій отсутствуютъ; иногда видны блестящія линіи.	19 Рыбъ, V Гидры.

Въ Гарвардской классификаціи, такъ же какъ и въ другихъ системахъ, все разнообразіе звѣздныхъ спектровъ не укладывается въ приведенное дѣленіе по буквамъ. Начиная отъ спектровъ туманностей, съ ихъ яркими линіями, всего въ этой классификаціи насчитывается

свыше 30 подраздѣленій. Болѣе мелкія подраздѣленія вводятся съ помощью десятыхъ долей промежутка между двумя сосѣдними буквами. Напримѣръ, A5 обозначаетъ, что спектръ звѣзды занимаетъ какъ разъ срединное положеніе между двумя смежными классами A и F; обозначеніе F8 означаетъ, что спектръ такой звѣзды помѣщается между классами F и G, но на разстояніи 0.8 промежутка, считая въ направленіи отъ F къ G. Сверхъ того приходится иногда подраздѣлять и буквенныя обозначенія, напримѣръ, такъ: Oa, Ob, Oc, Od, Oe. Солнце по этой системѣ является звѣздой типа Go.

Въ спектральной классификаціи англійскаго астронома Локіера сдѣлана интересная попытка систематизировать спектроскопическій звѣздный матеріалъ въ двухъ направленіяхъ: отъ зарожденія звѣздъ, по мѣрѣ ихъ постепеннаго нагрѣванія, до наиболѣе высокой температуры, и затѣмъ обратно, при постепенномъ охлажденіи звѣздъ, до полнаго исчезновенія ихъ изъ видимости. Полный циклъ по Локіеру будетъ таковъ: 1) туманность, 2) красная звѣзда, 3) желтая звѣзда, 4) бѣлая звѣзда, 5) желтая звѣзда, 6) красная звѣзда, 7) погасшая звѣзда. Однако, основанія, на которыхъ лежитъ эта система, не могутъ считаться прочно установленными.

Въ томъ же порядкѣ, какъ и Локіеръ, но по нѣсколько инымъ основаніямъ, классифицируетъ звѣздные спектры и Рэссель (Russell); объ его классификаціи будетъ сказано ниже.

Какъ уже указывалось, въ тѣсной связи со спектрами звѣздъ находится и показатель свѣта, то-есть разность между ихъ фотографической и визуальной величиной. Вотъ, напримѣръ, результаты такого сопоставленія, сдѣланнаго разными инструментами и по звѣздамъ различной яркости:

	Показатель цвѣта:		
Спектръ:	по Кингу:	по Паркхэрсту:	по Шварцшильду:
Bo	— 0.32		
B5	— 0.17	— 0.21	— 0.20
Ao	0.00	0.00	0.00
A5	+ 0.19	+ 0.23	+ 0.20
Fo	0.30	0.43	0.40
F5	0.42	0.65	0.60
Go	0.72	0.86	0.84
G5	0.98	1.07	1.10
Ko	1.10	1.30	1.35
K5	1.62	1.51	1.80
M	1.62	1.68	
N		2.5	

Сравнительно правильный ходъ въ измѣненіи величины показателя цвѣта, подтверждаемый разными опредѣленіями, служитъ хоро-

шимъ аргументомъ въ пользу основательности Гарвардской классификаціи спектровъ; устанавливаемая же такъ согласно этими опредѣленіями связь позволяетъ по величинѣ показателя цвѣта звѣзды предсказывать съ извѣстной точностью ея спектръ и наоборотъ.

Найдено, что показатель цвѣта, независимо отъ другихъ факторовъ, систематически измѣняется съ величиной звѣздъ въ томъ направленіи, что въ среднемъ болѣе слабыя звѣзды краснѣе, чѣмъ болѣе яркія, и притомъ такое измѣненіе не одинаково для различныхъ спектральныхъ типовъ. Причина этого явленія окончательно еще не установлена, но можно предполагать, что въ значительной мѣрѣ, если не полностью, оно обязано избирательному поглощенію (или разсѣянію) свѣта въ пространствѣ; меньше довѣрія заслуживало бы объясненіе, будто преобладаніе позднѣйшихъ спектральныхъ типовъ между такими звѣздами есть явленіе реальное.

Самый же фактъ преобладанія болѣе позднихъ спектральныхъ типовъ между слабыми звѣздами можетъ быть легко найденъ съ помощью величинъ показателя цвѣта. Если между послѣдними будутъ отсутствовать такъ называемыя молодыя (голубыя или бѣлыя) звѣзды, то обнаружится очень мало, или вовсе не обнаружится, отрицательныхъ показателей и малыхъ положительныхъ ихъ значеній.

Интересно теперь разсмотрѣть то отношеніе, въ которомъ распредѣляются звѣзды по отдѣльнымъ спектральнымъ классамъ. Болѣе точно это отношеніе можетъ быть дано лишь для яркихъ звѣздъ, видимыхъ просто глазомъ, такъ какъ такія звѣзды обслѣдованы полностью. Въ нихъ, по классификаціи Секки, на долю перваго класса (бѣлыя звѣзды) приходится около 75%; второго (желтыя)—около 23% остальные 1-2% распредѣляются между двумя подраздѣленіями красныхъ звѣздъ. Приблизительно такое же соотношеніе получается и для совокупности всѣхъ вообще изслѣдованныхъ до сихъ поръ звѣздъ, независимо отъ величины: для перваго класса — около 62%, для второго—37% и почти 1% для красныхъ звѣздъ.

Если же разсматривать то же отношеніе по Гарвардской классификаціи, то болѣе чѣмъ 99% всѣхъ изслѣдованныхъ звѣздъ приходится на шесть большихъ группъ спектровъ, обозначенныхъ буквами: B, A, F, G, K и M. Лишь ничтожное оставшееся меньшинство приходится на классы O и N. Относительныя числа распредѣленія звѣздъ по этимъ спектральнымъ группамъ таковы:

Спектръ. Число звѣздъ:	O	B	A	F	G	K	M	N
ярче 3.25 вел.:	3	52	32	16	20	35	21	0
„ 6.25 „	20	696	1885	720	609	1719	457	8

3. Температура и строеніе звѣздъ.

Относительно химическаго состава звѣздъ —точнѣе, звѣздныхъ атмосферъ — можно указать на тотъ фактъ, что звѣзды желтыя, т.-е. второго спектральнаго типа, въ сущности повторяютъ картину солнечнаго спектра. Стало быть, онѣ состоятъ изъ тѣхъ же элементовъ, которые имѣютъ пребываніе на нашемъ дневномъ свѣтилѣ. Вмѣстѣ съ тѣмъ, разныя соображенія приводятъ къ предположенію, что всѣ вообще звѣзды, въ своей эволюціи, проходятъ черезъ состояніе, соотвѣтствующее солнечному, — будь это на пути возрастанія звѣздной температуры или на пути погасанія звѣзды. Если это дѣйствительно такъ, то всѣ звѣзды въ тотъ или другой моментъ имѣютъ спектръ, тождественный или почти тождественный съ солнечнымъ. А въ такомъ случаѣ пріобрѣтаетъ нѣкоторую вѣроятность заключеніе и о приблизительной общности химическаго состава всѣхъ звѣздъ: въ ихъ составъ, слѣдовательно, входятъ вообще одни и тѣ же элементы. Если нѣкоторые изъ этихъ элементовъ еще не отождествлены съ земными, то это не означаетъ, что отождествленія вообще не будетъ, и въ данномъ отношеніи поучителенъ примѣръ съ геліемъ, который былъ раньше найденъ въ спектрахъ Солнца и звѣздъ, а лишь позднѣе былъ обнаруженъ на Землѣ.

Но если составляющіе вселенную многіе милліоны звѣздъ имѣютъ одинаковый химическій составъ, то отсюда можно съ извѣстнымъ вѣроятіемъ предположить, что во всей вселенной химическое строеніе матеріи также одно и то же! Считать, однако, это предположеніе доказаннымъ — преждевременно.

Въ связи со всѣмъ этимъ возникаетъ вопросъ о томъ, насколько справедливо, что каждая звѣзда должна дѣйствительно пройти въ своемъ развитіи одинъ и тотъ же путь, при эволюціонированіи отъ состояніи туманности до затвердѣвшаго состоянія. Американскій астрономъ Гэль (Hale) предостерегаетъ отъ безусловнаго принятія такого заключенія; онъ полагаетъ, что звѣзды должны встрѣчаться съ различными условіями, которыя неминуемо отражаются и на процессѣ развитія звѣздъ. Гэль приводитъ слѣдующій характерный примѣръ. Въ извѣстной звѣздной группѣ Плеядахъ звѣзды представляютъ естественнную семью, что видно по общности ихъ спектральнаго типа, по приблизительной общности ихъ движенія, по видимой взаимной близости между собою этихъ обволакиваемыхъ туманной матеріей звѣздъ и пр. Такимъ образомъ, всѣ показанія сводятся къ тому, что скопленіе Плеяды — родная семья, имѣвшая общее начало. Между тѣмъ видимыя яркости звѣздъ въ Плеядахъ очень разнообразны. Слѣдовательно, онѣ имѣютъ и разные размѣры и разныя массы. Тогда остается необъяснимымъ, какимъ же образомъ случилось, что столь раз-

личныя массы могли пройти свой эволюціонный путь съ одинаковой скоростью, — для того чтобы всѣ онѣ представляли въ настоящее время одинаковое физико-химическое состояніе. Слѣдовало ожидать, что меньшій членъ системы охладился бы скорѣе, чѣмъ другіе, вслѣдствіе своихъ меньшихъ размѣровъ, и сталъ бы по цвѣту желтымъ или краснымъ, въ то время какъ большій членъ семьи, охлаждаясь вслѣдствіе своей большей массы медленнѣе, оставался бы бѣлымъ или голубоватымъ. Очевидно, есть какая-то неизвѣстная еще намъ внѣшняя причина, которая удерживаетъ эту группу очень долгій срокъ въ одномъ и томъ же для всѣхъ ея звѣздъ физическомъ состояніи. Подобные же примѣры можно найти и въ другихъ мѣстахъ неба. Они свидѣтельствуютъ, по мнѣнію Гэля, о возможности существованія во вселенной факторовъ, нарушающихъ однообразіе въ ходѣ звѣздной эволюціи.

Къ рѣшенію о температурѣ звѣздъ подходятъ сравненіемъ ихъ съ различными искусственными источниками. Такіе опыты показываютъ согласно, что бѣлыя звѣзды имѣютъ болѣе высокую температуру, чѣмъ желтыя, а послѣднія—болѣе высокую, чѣмъ красныя. Количественное опредѣленіе этой температуры чрезвычайно затруднительно,— потому, напримѣръ, что разные звѣздные слои имѣютъ различную температуру, мы же наблюдаемъ ихъ совмѣстно; затѣмъ, потому, что поглощеніе звѣздной атмосферы также не одинаково для разныхъ слоевъ и т. д. Поэтому опредѣляютъ нѣкоторую условную величину— такъ называемую „эффективную температуру“ звѣздъ. Полученныя цифры звѣздныхъ температуръ даютъ скорѣе понятіе о томъ соотношеніи, въ которомъ измѣняется температура отъ одной звѣзды къ другой, а не о дѣйствительной ея величинѣ. Приблизительно эти цифры таковы: красныя звѣзды имѣютъ около трехъ тысячъ градусовъ тепла; желтыя, типа Солнца, около пяти-шести тысячъ; бѣлыя, типа Проціона, около семи тысячъ, типа Сиріуса — двѣнадцать-пятнадцать тысячъ и т. д. до нѣкоторыхъ изъ бѣлыхъ звѣздъ, температура которыхъ превосходитъ сорокъ тысячъ градусовъ. Цифры эти даны по изслѣдованіямъ Нордмана въ Парижской обсерваторіи.

На основаніи же изслѣдованій Вильзинга и Шейнера вытекаетъ такая зависимость между спектральнымъ типомъ и эффективной температурой:

Спектръ.	Температура.		Температура.
Bo	20 000°	Go	5 000
B5	14 000	G5	4 500
Ao	11 000	Ko	4 200
A5	9 000	K5	3 200
Fo	7 500	M	3 100
F5	6 000	N	2 300

Надо при этомъ отмѣтить, что опредѣленіе такихъ температуръ производится тѣмъ точнѣе, чѣмъ онѣ ниже, т.-е. для красныхъ звѣздъ гораздо точнѣе, чѣмъ для бѣлыхъ, и значительная неточность опредѣленія начинается съ 20 — 25 тысячъ градусовъ. Мы видимъ такимъ образомъ, что Солнце, по сравненію съ другими звѣздами, должно быть причислено къ сравнительно не горячимъ небеснымъ тѣламъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда извѣстно разстояніе звѣзды, можно опредѣлить по видимой яркости ея дѣйствительную яркость. Подобныя сравненія показали, что яркость звѣзды вообще правильно уменьшается, по мѣрѣ пониженія ея температуры. Иначе говоря, наибольшей силой свѣта обладаютъ горячія бѣлыя звѣзды, меньшей его силой — желтыя и красныя. Напримѣръ, по опредѣленіямъ Нордмана, на каждый квадратный сантиметръ своей поверхности нижеперечисленныя звѣзды излучаютъ слѣдующее количество свѣта: Сиріусъ и Вега 6 000 000 свѣчей, Полярная 1 900 000, Солнце 313 000, Альдебаранъ 22 000 и т. д. Отсюда слѣдуетъ, что дѣйствительный блескъ Веги въ 19 разъ больше солнечнаго, и въ 300 разъ больше, чѣмъ Альдебарана и т. д.

Этотъ выводъ сдѣланъ въ предположеніи, что яркость звѣзды зависитъ отъ силы свѣченія ея поверхности, но не зависитъ отъ различныхъ площадей поверхности. Другими словами, принимается, что діаметры звѣздъ вообще приблизительно равны между собой. Діаметры же звѣздъ могутъ быть съ извѣстнымъ приближеніемъ оцѣнены, и оказывается, что въ среднемъ они заключаются между половинной и двойной величинами діаметра Солнца.

Но въ этой правильности обнаруживаются и существенныя исключенія. Такъ, прежде всего, нѣкоторыя изъ желтыхъ и красныхъ звѣздъ, несмотря на значительное ихъ разстояніе отъ насъ, оказываются чрезвычайно яркими. Таковы, Альдебаранъ, Антаресъ, Арктуръ, Бетельгейзе, Капелла и др. Антаресъ, напримѣръ, излучаетъ свѣта почти въ двѣ тысячи разъ болѣе, чѣмъ Солнце. Такъ какъ желтая или красная поверхность такихъ звѣздъ не можетъ сама по себѣ имѣть столь исключительной силы свѣта, то неизбѣжно получается выводъ, что значительная яркость этихъ звѣздъ вызывается громадностью ихъ поверхностей и діаметровъ. Въ самомъ дѣлѣ, для подобныхъ звѣздъ величины діаметровъ должны въ 10—100 разъ превосходить солнечный. Это — истинные звѣзды-гиганты! Такіе гиганты наблюдаются преимущественно въ классѣ M, по Гарвардской классификаціи. Но, вмѣстѣ съ тѣмъ, въ этомъ же классѣ, отмѣчающемъ, какъ предполагаетъ Рэссель, и конецъ и начало звѣздной карьеры, наблюдаются близкіе наши сосѣди, однако очень слабо свѣтящіеся, которые должны быть названы звѣздами—карликами.

Обнаружена также аномалія и для нѣкоторыхъ изъ бѣлыхъ звѣздъ. Эти звѣзды сами по себѣ очень ярки, но среди нихъ есть такія, у которыхъ дѣйствительная яркость гораздо больше, чѣмъ у остальныхъ звѣздъ. Въ указанномъ отношеніи показательный примѣръ даетъ звѣзда Канопусъ, которая относится къ классу F по Гарвардской классификаціи. По одному изъ недавнихъ опредѣленій найдено, что по яркости Канопусъ превосходитъ Солнце въ пятьдесятъ тысячъ разъ, по діаметру въ 134, а по объему въ два съ половиною милліона разъ. По своему разстоянію отъ насъ Канопусъ долженъ бы казаться звѣздочкой по большей мѣрѣ 8-й величины, а между тѣмъ это вторая по яркости (послѣ Сиріуса) звѣзда на всемъ небѣ. Конечно, приведенныя цифры только приблизительныя, и въ нихъ могутъ быть введены значительныя измѣненія, но тѣмъ не менѣе по нимъ видно, что Канопусъ — это настоящій небесный гигантъ. Однако ничѣмъ не исключена возможность существованія и еще болѣе громадныхъ звѣздъ.

Рэссель, изслѣдовавши соотношенія, существующія между спектрами и остальными характеристичными особенностями звѣздъ, и основываясь на открытіи, сдѣланномъ какъ имъ самимъ, такъ и Герцшпрунгомъ, о томъ, что красныя звѣзды подраздѣляются на двѣ различныя группы: одну звѣздъ очень большой яркости—гигантовъ, другую же очень малой—карликовъ, приходитъ къ слѣдующему выводу:

Каждый спектральный классъ подраздѣляется на двѣ такихъ же группы. Одна группа, не достигшая еще самой высокой температуры, имѣетъ очень большую яркость, въ среднемъ почти въ сто разъ ярче, чѣмъ Солнце, и эта яркость такихъ гигантовъ очень мало измѣняется отъ одного спектральнаго типа къ другому, причемъ ихъ средняя абсолютная величина близка къ 0.0. Вторая же группа, карликовъ, уже прошла черезъ самую высокую температуру и имѣетъ очень малую яркость, которая быстро убываетъ по мѣрѣ того, какъ берутся болѣе красныя звѣзды; типичный карликъ одной спектральной группы, по Рэсселю, почти въ семь разъ ярче такой же типичной звѣзды послѣдующей группы. Между отдѣльными группами очень мало или вовсе нѣтъ переходныхъ формъ.

По отдѣльнымъ спектральнымъ классамъ обнаруживаются слѣдующія особенности:

Самая большая разница между гигантами и карликами существуетъ въ звѣздахъ типовъ K5 — M. Абсолютная величина гигантовъ въ среднемъ составляетъ — 0.3, карликовъ + 8.9, причемъ уклоненія въ обѣ стороны отъ этихъ среднихъ значеній доходятъ до $1^1/_2$ величинъ (приписывая Солнцу абсолютную виличину въ 4.7).

У звѣздъ типа Ko средняя абсолютная величина гигантовъ составляетъ + 0.2, а карликовъ + 6.4; для G: — 0.2 и + 5.0. У типа F группы

гигантовъ и карликовъ уже значительно налегаютъ одна на другую (для F3: гиганты 0.0, карлики $+3.3$), а для типа А совершенно перемѣшаны (А5: 0.0 и $+1.5$).

Наконецъ, звѣзды типа В всѣ гиганты со средней абсолютной величиной -1.4.

Между прочимъ Рэссель находитъ—и это очень интересное соображенiе,—что звѣзды, видимыя невооруженнымъ глазамъ, по большей части принадлежатъ къ гигантамъ. Различiе же между гигантами и карликами, повидимому, вызывается различiемъ въ плотности звѣздъ, но не ихъ массъ, которыя въ среднемъ для различныхъ спектральныхъ группъ мало отличаются одна отъ другой.

Среднюю плотность звѣздъ классовъ В и А Рэссель опредѣляетъ немного больше, чѣмъ въ $^1/_{10}$ плотности Солнца. Плотности карликовъ быстро возрастаютъ съ увеличенiемъ красноты звѣздъ отъ величины, почти равной плотности Солнца, до предѣловъ, которые въ настоящее время еще не могутъ быть опредѣлены. Плотности же гигантовъ быстро уменьшаются съ покраснѣнiемъ звѣздъ, отъ ихъ значенiй въ $^1/_{10}$ плотности Солнца (для классовъ В и А) до менѣе чѣмъ $^1/_{20\,000}$ той же плотности для класса М.

На основанiи подобныхъ соображенiй и нѣкоторыхъ другихъ, которыя относятся къ эволюцiи звѣздъ и будутъ разсмотрѣны въ дальнѣйшемъ, Рэссель полагаетъ, что употребительныя нынѣ подраздѣленiя звѣздъ на болѣе молодые и болѣе старые спектральные типы не должны имѣть мѣста. По его схемѣ Гарвардская классификацiя должна бы слѣдовать такому порядку:

M, K, G, F, A, B, A, B, F, G, K, M.

Замѣтимъ, что подраздѣленiе звѣздъ на два класса — гигантовъ и карликовъ—нашло себѣ въ недавнее время подтвержденiе въ спектральныхъ изслѣдованiяхъ Адамса, по крайней мѣрѣ въ отношенiи звѣздъ типа М. Такъ какъ изслѣдованiя Рэсселя базировались главнымъ образомъ на наблюденiяхъ звѣздныхъ параллаксовъ, то нѣкоторыми астрономами высказывались предположенiе, что отсутствiе промежуточныхъ звѣздъ между гигантами и карликами—случайно и вызывается выборами для опредѣленiя параллаксовъ—о чемъ мы будемъ говорить ниже—звѣздъ съ большой видимой яркостью и съ большимъ собственнымъ движенiемъ; недостающiя же звѣзды могли бы оказаться среди незатронутыхъ параллактическими опредѣленiями звѣздъ съ умѣреннымъ блескомъ и умѣреннымъ собственнымъ движенiемъ. Между тѣмъ, спектральныя изслѣдованiя Адамса именно и относятся по преимуществу къ послѣдняго рода звѣздамъ.

Оказалось, что наличность двухъ группъ въ звѣздахъ М ясно опредѣляется по характеру интенсивности водородныхъ линiй спектра: въ одной группѣ такiя линiи очень рѣзки, въ другой очень слабы.

Вычисленіе абсолютныхъ величинъ, основанное на нѣкоторыхъ особенностяхъ спектровъ, подтвердило существованіе двухъ группъ звѣздъ, съ совершеннымъ отсутствіемъ связи въ семь звѣздныхъ величинъ. Въ звѣздахъ же другихъ типовъ это подраздѣленіе частью представляется довольно вѣроятнымъ (для звѣздъ К5 — К9), частью лишь возможнымъ.

Каптейнъ занимался вопросомъ о звѣздной свѣтимости, выраженной, какъ въ единицахъ, въ абсолютной яркости Солнца; при этомъ онъ принималъ, что чѣмъ вообще звѣзда слабѣе, тѣмъ она отдаленнѣе. Онъ нашелъ, что въ ближайшихъ окрестностяхъ Солнца, очерченныхъ сферой съ радіусомъ въ среднее разстояніе звѣздъ 9-й величины, звѣзды разной яркости перемѣшаны приблизительно такимъ образомъ.

Число звѣздъ:	Во сколько разъ онѣ ярче Солнца:		
1	100 000	до	10 000
46	10 000	„	1 000
1 300	1 000	„	100
22 000	100	„	10
140 000	10	„	1
430 000	1	„	0.1
650 000	0.1	„	0.01

Между тѣмъ, массы звѣздъ, какъ это выяснено изъ другихъ фактовъ, вообще мало отличаются между собой,— онѣ почти равны. Отсюда слѣдуетъ, что звѣзды съ колоссальнымъ, по сравненію съ другими, діаметромъ, но приблизительно съ одинаковой массой, должны обладать очень малой плотностью. Это и понятно, потому что приблизительно одинаковое количество вещества распредѣлено въ послѣднемъ случаѣ на громадный объемъ. Слѣдовательно, звѣзды—гиганты не могутъ быть ничѣмъ инымъ, какъ колоссальными газовыми шарами. Ихъ плотность во многихъ случаяхъ должна быть меньше, чѣмъ воздуха, и во всякомъ случаѣ меньше, чѣмъ плотность любой жидкости.

Вообще же это обстоятельство указываетъ на то, что плотность разныхъ звѣздъ сильно между собой отличается, и значительное большинство этихъ небесныхъ тѣлъ гораздо менѣе плотно, чѣмъ наше Солнце; послѣднее же, какъ извѣстно, своею плотностью только немного превосходитъ воду.

IV.

Измѣненіе блеска звѣздъ.

1. Перемѣнныя звѣзды.

Яркость большинства звѣздъ представляется неизмѣнной со временемъ. И дѣйствительно, если разсматривать небо въ его цѣломъ, то въ немъ нѣтъ замѣтныхъ измѣненій по сравненію съ тѣмъ видомъ, какой оно представляло двадцать вѣковъ назадъ. Но есть среди звѣздъ не мало и такихъ, у которыхъ существуютъ замѣтныя колебанія въ блескѣ. Подобныя звѣзды называются перемѣнными.

Долгое время астрономы этой перемѣнности не обнаруживали. Только въ концѣ XVI вѣка впервые была замѣчена Фабриціусомъ въ созвѣздіи Кита звѣзда 2-й величины въ томъ мѣстѣ неба, гдѣ ея раньше не замѣчали, и гдѣ вскорѣ ея опять не стало видно.

Въ первое время открытіе новыхъ звѣздъ шло очень медленно. Къ концу XVII-го вѣка ихъ было обнаружено только четыре, къ концу XVIII-го лишь одиннадцать [1]). Но затѣмъ ихъ стали открывать все чаще — и особенно съ сороковыхъ годовъ минувшаго вѣка, когда на это явленіе энергично привлекъ вниманіе астрономовъ Аргеландеръ, который усовершенствовалъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, и самый способъ ихъ наблюденія.

Этотъ способъ теперь извѣстенъ подъ названіемъ способа Аргеландера, или способа степеней. Онъ одинаково хорошо можетъ примѣняться какъ для наблюденій просто глазомъ, въ трубу или бинокль, такъ равно и для изслѣдованій на фотографическихъ клише. При

---

[1]) *Прим.* Открытія перемѣнныхъ звѣздъ происходили въ такомъ порядкѣ:

Міра Кита	въ	1596 г.	R Льва	въ	1782 г.	R Сѣв. Короны	въ	1795 „
Альголь	„	1667 „	η Орла	„	1784 „	α Геркулеса	„	1795 „
R Гидры	„	1670 „	β Лиры	„	1784 „	R Щита Соб.	„	1795 „
χ Лебедя	„	1686 „	δ Цефея	„	1784 „			

Къ срединѣ XIX в. перемѣнныхъ звѣздъ было извѣстно около трехсотъ.

его посредствѣ находится съ большой быстротой и точностью разность блеска звѣздъ, опредѣляемая сравненіемъ между собой ихъ яркостей; наименьшая уловимая разница въ яркости двухъ сравниваемыхъ звѣздъ опредѣляется условно одной степенью, ясно замѣчаемая разность — двумя степенями и т. д. Такого рода наблюденіями можно прослѣдить просто глазомъ за ходомъ измѣненія яркости перемѣнной звѣзды почти съ тою же точностью, какъ и фотометромъ.

Во второй половинѣ минувшаго вѣка было уже извѣстно очень большое число перемѣнныхъ звѣздъ. Значительное содѣйствіе ихъ открытію оказала фотографія. Громадное число перемѣнныхъ находится среди изолированныхъ звѣздъ, но очень много ихъ найдено и въ нѣкоторыхъ звѣздныхъ скопленіяхъ. Всего въ настоящее время извѣстно приблизительно пять тысячъ перемѣнныхъ звѣздъ, но число это, конечно, не исчерпываетъ ихъ всѣхъ, на что указываетъ непрерывно возрастающее число вновь открываемыхъ перемѣнныхъ. Есть основаніе предполагать, что всѣ звѣзды, не исключая и Солнца,—перемѣнныя; но степень измѣненія ихъ блеска заключается между очень широкими предѣлами, почему во многихъ случаяхъ и не можетъ быть обнаружена.

Необходимо упомянуть о большомъ числѣ открытій перемѣнныхъ звѣздъ, сдѣланныхъ Л. П. Цераской въ Московской обсерваторіи; ей удалось найти ихъ около ста пятидесяти. Всѣ эти перемѣнныя обнаружены посредствомъ сравненія между собой фотографій, снятыхъ С. Н. Блажко съ одной и той же области неба, но въ разное время.

Если къ числу перемѣнныхъ относятся звѣзды, не имѣющія особаго буквеннаго наименованія, какъ, напримѣръ β Лиры, η Корабля и пр., то ихъ обозначаютъ латинскими заглавными буквами, начиная съ буквы R, — въ каждомъ созвѣздіи особо. Когда въ созвѣздіи исчерпывается весь рядъ буквъ отъ R до Z, то примѣняютъ по двѣ буквы, комбинируя ихъ съ R такимъ образомъ: RR, RS, RT и т. д., потомъ SS, ST и пр. Но въ нѣкоторыхъ созвѣздіяхъ настолько много перемѣнныхъ, что и такія комбинаціи уже исчерпаны; въ этихъ случаяхъ прибѣгаютъ къ комбинаціи первыхъ буквъ алфавита по двѣ, начиная съ АА. Очевидно, что, съ возрастаніемъ числа вновь открываемыхъ перемѣнныхъ, отъ наименованія ихъ буквенными комбинаціями придется отказаться, а взамѣнъ этого пользоваться обычными координатными обозначеніями.

Въ средѣ перемѣнныхъ звѣздъ царитъ большое разнообразіе. Но во всякомъ случаѣ въ этой средѣ есть возможность выдѣлить двѣ большія группы: во-первыхъ, такія перемѣнныя, измѣненіе блеска которыхъ происходитъ безъ всякаго видимаго закона,—ихъ слѣдуетъ обозначать неправильными перемѣнными,—и затѣмъ такія, которыя возвращаются къ наибольшему или къ наименьшему блеску черезъ опре-

дѣленный промежутокъ времени, называемый періодомъ измѣненія; эти перемѣнныя называются періодическими. Измѣненія блеска звѣздъ происходятъ въ различныхъ предѣлахъ: для однѣхъ перемѣнныхъ въ 0.1—0.2 звѣздной величины, для другихъ въ 1—2 и даже гораздо больше, до 8—9 звѣздныхъ величинъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ яркость звѣздъ ослабѣваетъ настолько, что звѣзды вовсе не видно въ эпоху минимума, и не извѣстно, до какихъ предѣловъ опускается она въ дѣйствительности. Столь же разнообразны и періоды перемѣнности, въ теченіи которыхъ проходитъ весь циклъ измѣненій яркости звѣздъ до новаго его повторенія. Иногда періодъ измѣряется нѣсколькими часами, иногда—нѣсколькими годами. Впрочемъ, въ величинахъ періодовъ какъ будто есть нѣкоторые признаки закономѣрности. Они раздѣляются также на двѣ группы: во-первыхъ, такіе, которые измѣряются не свыше какъ 10 днями, и, во вторыхъ, такіе, которые заключены между 200 и 400 днями. Есть, разумѣется, звѣзды, періодъ измѣненія которыхъ заключенъ между этими числами, а также превосходитъ 400 дней, но подобныхъ звѣздъ сравнительно не такъ много. Похоже на то, будто въ строеніи звѣздъ или въ причинахъ ихъ перемѣнности есть какая-то причина, ограничивающая періодъ измѣненія.

Между прочимъ, замѣчена интересная связь между періодомъ измѣненія блеска и окраскою звѣзды. Именно, перемѣнныя съ короткими періодами почти всѣ имѣютъ бѣлый цвѣтъ, съ длинными же періодами—обладаютъ красноватымъ оттѣнкомъ, и такія звѣзды тѣмъ краснѣе, чѣмъ длиннѣе срокъ измѣненія ими блеска. Есть также перемѣнныя, которыя мѣняютъ свой цвѣтъ съ измѣненіемъ яркости. Предѣлы колебаній блеска, получаемые на основаніи изученія фотографическихъ клише, почти всегда шире, чѣмъ получаемые изъ визуальныхъ наблюденій. Затѣмъ, Г. А. Тиховымъ и Нордманомъ обнаружено различіе періода въ измѣненіи блеска, при наблюденіяхъ перемѣнной въ лучахъ разной преломляемости. Такого рода различія должны сопровождаться періодическимъ измѣненіемъ положенія максимума интенсивности въ звѣздномъ спектрѣ, а слѣдовательно и періодическимъ измѣненіемъ цвѣта, и этотъ фактъ уже обнаруженъ по фотографическимъ спектрамъ цѣлаго ряда перемѣнныхъ.

То разнообразіе въ мірѣ перемѣнныхъ звѣздъ, о которомъ мы выше говорили, дѣлаетъ затруднительнымъ приведеніе ихъ въ систему,—едва ли не въ большей мѣрѣ, чѣмъ при классифицированіи звѣздъ по спектрамъ. Однако, нѣкоторыя грани, обнимающія довольно многочисленныя группы сходныхъ по характеру своей перемѣнности звѣздъ, все-таки возможно провести. Существуетъ нѣсколько попытокъ классифицированія перемѣнныхъ. Изъ нихъ мы будемъ придерживаться предложенной Пикерингомъ, лучшей изъ существующихъ, но все-таки въ значительной мѣрѣ искусственной. Именно, будемъ разсматривать слѣдующія группы перемѣнныхъ: а) такія, у которыхъ

измѣненіе блеска вызывается главнѣйшимъ образомъ затмеваніемъ ихъ спутниками; б) перемѣнныя короткаго періода съ очень правильнымъ измѣненіемъ блеска; в) перемѣнныя большого періода съ болѣе или менѣе правильнымъ измѣненіемъ блеска; г) перемѣнныя съ совершенно неправильнымъ измѣненіемъ блеска. Такъ называемыя новыя или временныя звѣзды мы разсмотримъ особо.

Въ томъ классѣ перемѣнныхъ, измѣненіе блеска которыхъ вызывается затмеваніемъ ихъ спутниками, на подобіе того, какъ Солнце иногда затмевается Луною,—приходится различать двѣ совершенно различныя между собою группы.

Первая изъ этихъ группъ обнимаетъ перемѣнныя со слѣдующими признаками: почти въ теченіе всего періода звѣзда сохраняетъ неиз-

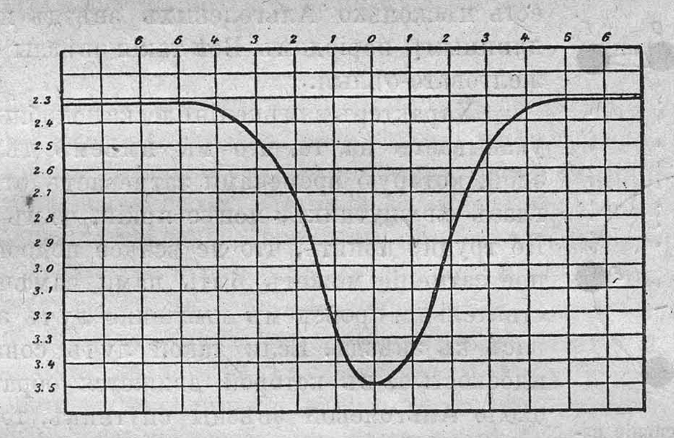


Рис. 47. Кривая измѣненія блеска Альголя.

мѣнный и притомъ максимальный блескъ. Но на короткое время наступаетъ правильное уменьшеніе блеска до минимума, послѣ чего звѣзда столь же правильно возрастаетъ до обычнаго максимума. Такъ повторяется изъ періода въ періодъ.

Типичнымъ представителемъ подобнаго рода перемѣнныхъ является Альголь, иначе β Персея,—звѣзда, которую можно видѣть на небѣ почти въ теченіе всего года. По этой звѣздѣ и вся группа называется Альголевыми звѣздами.

Альголь, по-арабски—звѣзда дьявола, былъ второю изъ звѣздъ, у которой обнаружилось измѣненіе блеска. Впервые ея перемѣнность была замѣчена Монтанари въ 1667 году. Обыкновенно, т.-е. въ состояніи максимума, Альголь представляется звѣздой 2.3 звѣздной величины. Въ извѣстный моментъ яркость его начинаетъ убывать, и убываніе происходитъ въ теченіе почти пяти часовъ. Альголь понижается до 3.5 величины. Затѣмъ, также въ теченіе около пяти часовъ,

блескъ Альголя постепенно увеличивается, пока звѣзда не достигнетъ своего обычнаго свѣтового состоянія, которое и сохраняется неизмѣннымъ въ продолженіе 2 дней и 10 часовъ. Послѣ этого повторяется пятичасовое правильное уменьшеніе блеска и т. д. Въ такомъ порядкѣ все явленіе повторяется черезъ каждые 2 дня 20 часовъ 49 минутъ, составляющіе періодъ Альголя; о небольшихъ вѣковыхъ колебаніяхъ въ величинѣ этого періода мы здѣсь говорить не будемъ (рис. 47).

Долгое время Альголь былъ единственной извѣстной звѣздой такого рода. Но, одновременно съ общимъ увеличеніемъ числа извѣстныхъ перемѣнныхъ, было открыто не мало перемѣнныхъ и этого типа. Въ настоящее время такихъ звѣздъ насчитывается около сотни, и почти одна треть изъ нихъ открыта Л. П. Цераской въ Москвѣ. Преобладающее количество Альголевыхъ перемѣнныхъ имѣетъ короткіе періоды, не свыше 10 дней, большинство же—отъ 1 до 5 дней; но есть нѣсколько Альголевыхъ звѣздъ и съ очень длиннымъ періодомъ. Всѣ такія звѣзды бѣлыя или желтовато-бѣлыя.

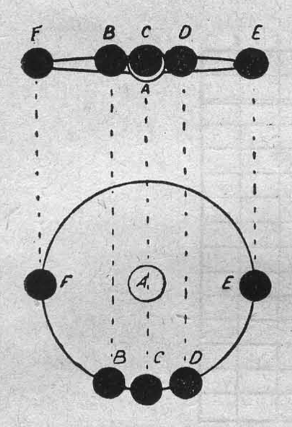


Рис. 48. Объясненіе измѣненій блеска Альголя.

Характеръ измѣненія блеска подобныхъ звѣздъ указываетъ на то, что мы имѣемъ дѣло со звѣздой, которую временами затмеваетъ отъ нашихъ глазъ ея спутникъ, менѣе яркій, чѣмъ она сама. Не трудно понять, что не всякое подобное звѣздное затменіе можетъ быть нами замѣчено. Дѣйствительно, проведемъ мысленно лучъ зрѣнія отъ насъ къ звѣздѣ. Если такой лучъ совпадетъ съ плоскостью, въ которой движется обращающійся около Альголевой звѣзды спутникъ, то звѣздное затменіе будетъ видимо наилучшимъ образомъ: затменіе представится центральнымъ. Если же вышеуказанная плоскость составитъ большій или меньшій уголъ съ нашимъ лучомъ зрѣнія, то затменіе можетъ быть въ большей или меньшей мѣрѣ видимо, а можетъ и вовсе не быть видимо. Въ самомъ крайнемъ случаѣ, при расположеніи этой плоскости перпендикулярно къ лучу зрѣнія, никакого затменія нельзя было бы замѣтить. А такъ какъ расположеніе такихъ плоскостей въ пространствѣ бываетъ всевозможное, то понятно, что значительная часть затмевающихся спутниками звѣздъ скрываетъ отъ насъ свою перемѣнность.

Возвратимся теперь къ нашему типичному образцу Альголю. При прохожденіи его спутника между Землей и Альголемъ, послѣдняя звѣзда должна постепенно затмеваться болѣе темнымъ спутникомъ, а затѣмъ также постепенно отъ него освобождаться: это какъ разъ и произведетъ тѣ эффекты въ измѣненіи блеска, о которыхъ говорилось выше. Нордманъ пришелъ къ заключенію, что спутникъ Альголя не долженъ быть обязательно темнымъ тѣломъ: здѣсь большую

роль играетъ дѣйствіе контраста. Такъ какъ Альголь, по опредѣленію Нордмана, на единицу поверхности излучаетъ въ 26 разъ болѣе свѣта, чѣмъ Солнце, то достаточно, чтобы его спутникъ имѣлъ яркость равную или даже немного большую солнечной, чтобы происходили всѣ наблюдаемыя съ яркостью Альголя явленія.

Тотъ фактъ, что Альголь и подобныя ему звѣзды составляютъ систему изъ главной звѣзды и одного или болѣе спутниковъ, подтверждается также и спектроскопическими наблюденіями, которыя между прочимъ обнаруживаютъ существованіе у Альголя еще третьяго спутника. Нѣкоторыя данныя о размѣрахъ системы Альголя нами будутъ приведены впослѣдствіи.

Такимъ образомъ, звѣзды Альголеваго типа представляютъ одно изъ доказательствъ существованія въ пространствѣ невидимыхъ глазу небесныхъ тѣлъ, которыя обращаются вокругъ главной звѣзды — точнѣе, вокругъ общаго центра тяжести системы.

Если бы, однако, спутникъ звѣзды не былъ болѣе теменъ, то мы наблюдали бы, кромѣ главнаго, еще и второй минимумъ, соотвѣтствующій тому моменту, когда самый спутникъ, доставляющій свою долю свѣта системѣ, затмевается главной звѣздой. Нѣкоторые астрономы полагаютъ, что имъ удалось замѣтить незначительный вторичный минимумъ въ Альголѣ, а также и въ нѣсколькихъ другихъ перемѣнныхъ звѣздахъ этого же типа. Конечно, чѣмъ ближе между собою по яркости главная звѣзда и спутникъ, тѣмъ ближе и вторичный минимумъ свѣта подходитъ къ главному минимуму; при равенствѣ свѣта оба минимума одинаковы. Если еще при этомъ обѣ звѣзды, составляющія систему, достаточно близки одна къ другой, такъ что кажутся почти соприкасающимися, то въ системѣ будутъ непрерывныя измѣненія яркости.

На подобнаго рода явленія въ звѣздахъ Альголеваго типа обнаружены только намеки; но они съ полной очевидностью наблюдаются во второй группѣ затмевающихся звѣздъ, типичнымъ представителемъ которыхъ является звѣзда β Лиры.

Эта звѣзда, перемѣнность которой открыта Гудрике въ 1784 году, непрерывно измѣняетъ свой блескъ въ теченіе всего періода, длящагося 12 дней 21.8 часа. У β Лиры наблюдаются два минимума: главный, во время котораго звѣзда опускается до 4.6 звѣздной величины, и вторичный минимумъ, когда яркость звѣзды опредѣляется 4.1 звѣздной величины. Между этими минимумами происходятъ два совершенно одинаковыхъ максимума съ яркостью β Лиры въ 3.6 звѣздной величины. Все измѣненіе блеска происходитъ съ большой правильностью, и фазы максимумовъ и минимумовъ расположены вполнѣ симметрично (рис. 49). Спектроскопъ показываетъ, что эта звѣзда имѣ-

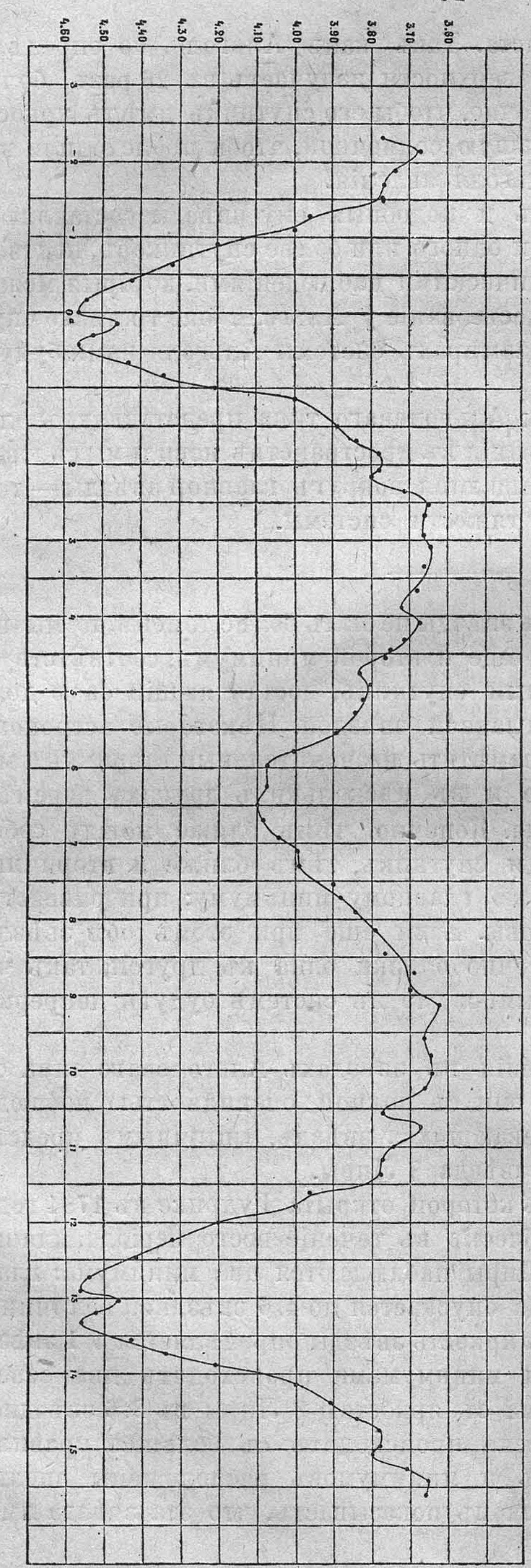


Рис. 49. Кривая измѣненія блеска β Лиры.
По наблюденіямъ автора.

етъ, во-первыхъ, спектръ поглощенія, — относящійся по Гарвардской классификаціи къ классу B, — и затѣмъ спектръ изъ яркихъ линій, преимущественно водорода и гелія. Свѣтлыя линіи прилегаютъ одна къ другой и поэтому кажутся двойными; однако въ ихъ дѣйствительномъ разстояніи между собой происходятъ періодическія колебанія, очевиднымъ образомъ связанныя съ общимъ періодомъ β Лиры.

Описанный выше характеръ измѣненія блеска β Лиры, состоящій изъ непрерывныхъ и плавныхъ измѣненій между наибольшими и наименьшими фазами, былъ опредѣленъ еще Аргеландеромъ. Однако, авторъ этой книги установилъ, что такой плавности въ измѣненіяхъ блеска β Лиры нѣтъ, но что измѣненія подвержены цѣлому ряду колебаній, занимающихъ опредѣленныя мѣста въ общемъ періодѣ измѣненія ея блеска. Указанныя нами аномаліи были впослѣдствіи подтверждены С. И. Бѣлявскимъ, Люизе (Luizet) и др. астрономами. Объясненія своего онѣ еще не получили. Но надо имѣть въ виду, что измѣненія блеска въ разсматриваемыхъ перемѣнныхъ звѣздахъ вызываются главнымъ образомъ затмеваніемъ ихъ спутниками, однако, не исключительно

этимъ. Напримѣръ, могло бы быть, что увеличенію или уменьшенію блеска содѣйствуетъ физико-химическая жизнь обѣихъ звѣздъ или хотя бы одной изъ нихъ, подобная такой же жизни на Солнцѣ, гдѣ, въ очень скромныхъ, правда, размѣрахъ, происходятъ то изверженія массы раскаленныхъ и свѣтящихся газовъ,—отчего яркость свѣтила можетъ увеличиваться,—то, наоборотъ, покрытіе поверхности пятнами, откуда возникаетъ потемнѣніе свѣтила. Нельзя еще утвердительно говорить, что именно такіе процессы происходятъ и на β Лиры, но нѣчто подобное, конечно, тамъ возможно.

Нордманъ нашелъ, что амплитуда измѣненія яркости β Лиры весьма различна, въ зависимости отъ того, въ какого рода лучахъ свѣта ее опредѣлять. Самые широкіе предѣлы колебаній яркости имъ найдены для голубыхъ лучей, въ 1.36 звѣздной величины; для зеленыхъ лучей найдено 0.94, а для красныхъ только 0.66 звѣздной величины. Далѣе, самая кривая измѣненія блеска, сохраняющая свою симметричность для краснымъ лучей, теряетъ ее для зеленыхъ и голубыхъ; при наблюденіи въ послѣднихъ первый максимумъ почти на 0.3 звѣздной величины ярче второго. Эти особенности очевидно вызываются различіемъ въ окраскѣ свѣтилъ, составляющихъ разсматриваемую звѣздную систему.

Наблюденіями послѣдняго времени обнаруживаются звенья, связывающія между собою Альголевы звѣзды со звѣздами разсматриваемаго типа.

Всего извѣстно около двухъ десятковъ звѣздъ, подобныхъ β Лиры. Періоды колебанія блеска въ нихъ измѣняются отъ нѣсколькихъ часовъ до сотни дней; однако, преобладаютъ болѣе короткіе періоды и приблизительно половина такихъ перемѣнныхъ имѣетъ періодъ, меньшій одного дня. Самая амплитуда колебаній блеска вообще не велика,—не превосходитъ двухъ звѣздныхъ величинъ. Разница въ блескѣ обѣихъ составляющихъ систему звѣздъ не свыше 2—4 звѣздныхъ величинъ, причемъ преобладаютъ системы, въ которыхъ болѣе слабая по блеску звѣзда есть, вмѣстѣ съ тѣмъ, большая изъ двухъ.

Къ слѣдующему классу искусственной классификаціи, которой мы придерживаемся, относятся звѣзды, подверженныя правильнымъ и непрерывнымъ измѣненіямъ въ теченіе короткаго періода, отъ нѣсколькихъ часовъ до нѣсколькихъ мѣсяцевъ. Самый короткій періодъ, какъ въ этомъ классѣ, такъ и среди всѣхъ перемѣнныхъ вообще, принадлежитъ звѣздѣ XX Лебедя, открытой Л. П. Цераской, и составляетъ $3^1/_4$ часа. Амплитуда колебанія этихъ звѣздъ не превосходитъ двухъ звѣздныхъ величинъ.

Типичной звѣздой этого класса—въ общемъ очень многочисленнаго, такъ какъ къ нему принадлежитъ болѣе половины всего числа

извѣстныхъ сейчасъ перемѣнныхъ,—является δ Цефея, по которой и весь классъ названъ Цефеидами. Перемѣнность блеска этой звѣзды была открыта Гудрике въ 1784 г. Визуальныя ея измѣненія происходятъ въ теченіе 5 дней и 9 час. между 3.6 и 4.4 величиной, всего въ предѣлахъ 0.76 звѣздной величины, а фотографическія—между 3.9 и 5.2, всего въ предѣлахъ 1.25 величины (рис. 50). По изслѣдованіямъ Нордмана и у этой перемѣнной предѣлы колебаній яркости получаются наибольшими въ голубыхъ лучахъ, средними въ зеленыхъ и наименьшими въ красныхъ; равнымъ образомъ и свѣтовыя кривыя отличаются между собою въ этихъ лучахъ. Кромѣ того, Альбрехтомъ обнаружено въ нѣкоторыхъ изъ перемѣнныхъ разсматриваемаго класса, что во время максимума наиболѣе интенсивая часть непрерывнаго спектра приближается къ голубому цвѣту, а во время минимума та же интенсивность приближается къ красному цвѣту; этимъ, между прочимъ, и объясняется, что амплитуда измѣненія блеска, опредѣленная фотографическимъ способомъ, выше амплитуды, полученной изъ визуальныхъ наблюденій.

Вообще перемѣнныя этого класса относятся къ спектральнымъ типамъ F и G по Гарвардской классификаціи, то есть приближаются къ солнечому типу звѣздъ.

Особенно важные результаты относительно Цефеидъ получены въ послѣднее время, благодаря спектрографическимъ изслѣдованіямъ.

Такъ, обнаружилось, что въ δ Цефея, а также — съ большей или меньшей ясностью — въ нѣсколькихъ десяткахъ другихъ Цефеидъ, происходитъ одновременное измѣненіе трехъ элементовъ: яркости, спектральнаго типа и скорости движенія звѣзды (лучевой скорости). О послѣднемъ явленіи мы будемъ подробнѣе говорить въ другомъ мѣстѣ; на первыхъ же двухъ надо остановиться.

Безъ сомнѣнія, столь быстрое измѣненіе характера спектра является фактомъ поразительнымъ. До сихъ поръ полагали, что измѣненія въ спектрѣ звѣзды происходятъ только въ сроки, исчисляемые милліонами лѣтъ; теперь же мы встрѣчаемъ измѣненія спектральнаго типа, происходящія въ часовые промежутки, почти на глазахъ. Вотъ, напримѣръ, какъ по Шапли (Shapley) измѣняется спектръ δ Цефея, начиная отъ эпохи (0.0) максимальнаго блеска.

Средняя фаза:	Среднiй спектръ:
$0^d.04$	F1.0
0.74	F3.0
1.36	F5.6
1.82	F7.5
2.40	G0.2
3.76	G0.5
4.37	F6.7
4.72	F4.0
5.29	F1.9

По Адамсу и Шапли въ максимумѣ спектръ δ Цефея характеризуется, какъ F4, а въ минимумѣ, какъ G2. Вся шкала измѣненій по Гарвардской системѣ составляетъ 8 дѣленій. Повѣрка этихъ спектроскопическихъ результатовъ другимъ путемъ, посредствомъ опредѣленія показателя цвѣта, подтверждаетъ, что измѣненіе спектра происходитъ дѣйствительно между типами F2 и G0.

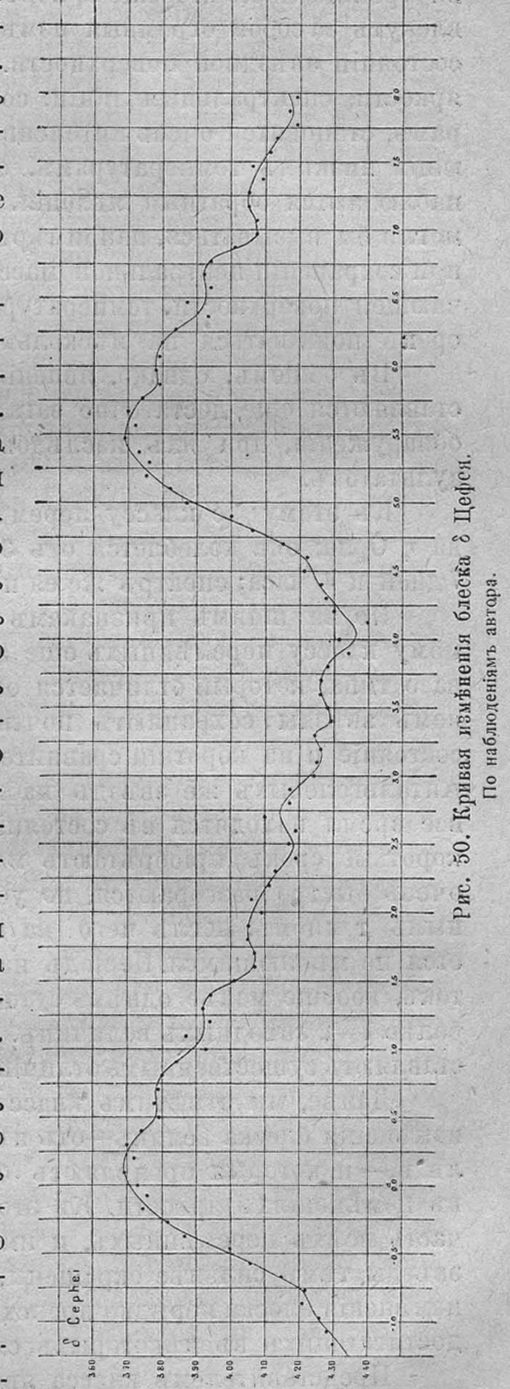


Рис. 50. Кривая измѣненія блеска δ Цефея.
По наблюденіямъ автора.

Это изумительное явленіе подтверждено также и на другихъ Цефеидахъ и близкихъ къ намъ перемѣнныхъ типа звѣздныхъ скопленій. Такъ, напримѣръ, RR Лиры, звѣзда 7-й величины, является перемѣнной по крайней мѣрѣ въ трехъ смыслахъ. Каждые $13^1/_2$ часовъ свѣтъ ея быстро возрастаетъ, причемъ менѣе, чѣмъ въ два часа, свѣтовая интенсивность ея почти удваивается. Въ теченіе того же срока спектръ ея измѣняется отъ F къ A, а скорость приближенія звѣзды къ Землѣ возрастаетъ отъ 47 до 91 километра въ секунду; повидимому, хотя это еще не вполнѣ доказано, измѣняется также и цвѣтъ звѣзды. Послѣ максимума скорости звѣзды, яркости и соотвѣтственной фазы спектра,—наступаетъ реакція, сначала быстро, потомъ медленѣе, и всѣ факторы убываютъ въ теченіе половины дня.

Подобныя же измѣненія замѣчены и въ другихъ Цефеидахъ, такъ что существуетъ предположеніе, что быстрое совмѣстное измѣненіе такихъ факторовъ является общимъ свойствомъ всѣхъ перемѣнныхъ этого класса, по крайней мѣрѣ для перемѣнныхъ короткаго періода.

Объяснить наблюденныя явленія, конечно, не легко. Раньше предполагалось, что Цефеиды являются двойными звѣздами, но это объясненіе не вяжется съ нѣкоторыми вновь обнаруженными фактами.

Болѣе вѣроятно, какъ предполагаетъ Шапли, что здѣсь происходятъ внутренніе періодическіе кризисы, колоссальныя пертурбаціи, которые влекутъ за собой огромныя измѣненія въ физическомъ и химическомъ состояніи звѣздной поверхности. При этомъ въ моменты максимума яркости, спектральныя линіи, соотвѣтствующія высокимъ температурамъ, становятся очень интенсивными; наоборотъ, линіи, соотвѣтствующія низкимъ температурамъ, очень слабы. Около эпохи минимума наблюдаются обратныя явленія. Такія измѣненія, по мнѣнію Шапли, могли бы вызываться, напримѣръ, коллизіями съ меньшими массами, при сохраненіи центральной массы, а лишь при измѣненіяхъ въ излучающей поверхности, температура которой можетъ въ очень короткій срокъ повышаться на нѣсколько тысячъ градусовъ.

Въ общемъ, однако, явленія, наблюдаемыя въ Цефеидахъ, представляются еще достаточно загадочными; не исключена возможность обнаруженія, при ихъ изслѣдованіи, совершенно неожиданныхъ результатовъ.

Къ этому же классу перемѣнныхъ относится и извѣстная звѣзда η Орла; она колеблется отъ 3.8 до 4.4 величины съ періодомъ въ 7 дней и 4 часа; спектръ же ея при этомъ измѣняется между A8 и G5.

По внѣшнимъ признакамъ слѣдуетъ отнести къ разсматриваемому классу перемѣнныхъ еще звѣзды такъ называемаго Антальголеваго типа, который отличается отъ Альголеваго тѣмъ, что въ послѣднемъ звѣзды сохраняютъ почти все время максимальное свѣтовое состояніе и на короткій сравнительно срокъ понижаются по яркости; у Антальголевыхъ же звѣздъ наблюдается обратное явленіе: онѣ почти все время находятся въ состояніи наименьшей яркости и лишь на короткій срокъ пріобрѣтаютъ максимальный блескъ. При этомъ онѣ очень быстро разгораются, но убываніе яркости происходитъ медленнымъ темпомъ, послѣ чего на нѣкоторое время блескъ звѣзды остается не мѣняющимся. Періодъ измѣненія у такихъ звѣздъ очень коротокъ, вообще менѣе однѣхъ сутокъ; амплитуда же измѣненія блеска не болѣе 1—2 звѣздныхъ величинъ. Повидимому эти перемѣнныя не представляютъ существенныхъ отличій отъ остальныхъ звѣздъ своего класса.

Далѣе, мы отмѣтимъ классъ перемѣнныхъ, у которыхъ періодъ измѣненія блеска великъ—отъ нѣсколькихъ мѣсяцевъ до нѣсколькихъ лѣтъ,—и которыя проявляютъ большую или меньшую правильность въ измѣненіяхъ яркости. Къ этому классу относится очень большая часть всѣхъ перемѣнныхъ, и именно въ немъ особенно замѣтно, что звѣзды тѣмъ сильнѣе окрашены, чѣмъ больше ихъ періодъ. Самыя же измѣненія блеска нерѣдко происходятъ въ весьма широкихъ предѣлахъ, достигающихъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ девяти звѣздныхъ величинъ.

Представителемъ класса является замѣчательная звѣзда, названная Чудесной (Mira) въ Китѣ, иначе *o* Кита. Положеніе ея на небѣ указано на рис. 12-мъ.

Эта звѣзда — вообще первая изъ открытыхъ на небѣ перемѣнныхъ. Ее впервые замѣтилъ священникъ Фабриціусъ въ созвѣздіи Кита 13 августа 1596 г., какъ звѣзду 2-й величины; раньше ее въ этомъ мѣстѣ неба онъ не видѣлъ. Фабриціусъ наблюдалъ „Миру“ въ теченіе нѣсколькихъ недѣль, но затѣмъ звѣзда скрылась; въ октябрѣ поиски ея оказались уже тщетными. Онъ, однако, не догадался, что имѣетъ дѣло съ неизвѣстнымъ до тѣхъ поръ явленіемъ — перемѣнной звѣздой; не догадался даже и тогда, когда вновь замѣтилъ ее возгорѣвшейся въ февралѣ 1609 года. Лишь черезъ тридцать лѣтъ перемѣнную эту вновь открылъ Гольварда, въ декабрѣ 1638 г., какъ звѣзду 3-й величины. Онъ прослѣдилъ за ней и обнаружилъ въ звѣздѣ перемѣнность, увидѣвши, что она медленно ослабѣваетъ, къ лѣту вовсе исчезла изъ глазъ, а въ концѣ года снова стала видимой. Тогда, вспомнивши о звѣздѣ Фабриціуса, сопоставили между собой эти наблюденія и установили тождество появившейся въ Китѣ звѣзды.

Съ тѣхъ поръ ο Кита, прозванная Гевеліемъ Чудесной, постоянно наблюдалась, и теперь установлено, что она измѣняется очень неправильнымъ образомъ на протяженіи почти года. Большую часть своего періода она вовсе не видима невооруженнымъ глазомъ, но и въ тѣ немногія недѣли, когда она разгорается, блескъ ея достигаетъ различной интенсивности. Иногда она бываетъ въ максимумѣ звѣздой 4-й величины, иногда доходитъ до 2-й, а въ 1799 году по блеску она почти равнялась звѣздѣ 1-й величины. Но случилось и такъ, что Mira оставалась невидимой въ теченіе нѣсколькихъ своихъ періодовъ. Во время же наименьшаго блеска она опускается иногда до 8-й, иногда до 9 — 10 звѣздной величины. Позднѣйшіе максимумы Чудесной Кита были: въ 1915 г.—3.8 величины, и въ 1916 г.—3.75; наименьшая же яркость въ два послѣднихъ года была 10.0 и 9.4 вел.

Періодъ этой звѣзды въ среднемъ составляетъ 332 дня, но въ отдѣльныхъ случаяхъ онъ колеблется между 320 и 370 днями. Форма ея световой кривой также подвержена замѣтнымъ измѣненіямъ, что можно видѣть даже по кривымъ двухъ смежныхъ періодовъ.

Для объясненія перемѣнности этого класса звѣздъ было предложено нѣсколько объясненій; мы упомянемъ лишь объ одномъ, основанномъ на аналогіи, проводимой между этими звѣздами и Солнцемъ. Извѣстно, что поверхность Солнца покрывается пятнами въ среднемъ въ теченіе періода въ одиннадцать лѣтъ, но въ отдѣльныхъ случаяхъ — со значительными уклоненіями въ обѣ стороны отъ этой цифры. На нашемъ дневномъ свѣтилѣ пятнообразовательный процессъ происходитъ, однако, въ очень скромныхъ размѣрахъ. На другихъ же звѣздахъ онъ можетъ происходить и болѣе мощнымъ образомъ. Въ такомъ случаѣ, при постепенномъ затмеваніи звѣздныхъ поверхностей пятнами, съ неправильнымъ ихъ притомъ распредѣленіемъ по поверхности звѣзды, и могло бы происходить колебаніе въ свѣтовой интен-

сивности звѣздъ съ долговременнымъ періодомъ и только съ приблизительной правильностью, т.-е. могло бы происходить именно то, что вообще и наблюдается въ только что разсмотрѣнномъ классѣ перемѣнныхъ. Но надо указать точнѣе, что приведенное объясненіе является возможнымъ, однако не можетъ считаться установленнымъ.

Разсмотримъ, наконецъ, послѣднюю разновидность перемѣнныхъ, — звѣздъ съ совершенно неправильнымъ періодомъ колебанія блеска, или лишь съ слабыми признаками закономѣрности. Въ этомъ классѣ перемѣнныхъ встрѣчаются какъ бѣлыя, такъ и красныя звѣзды. У первыхъ колебаніе блеска происходитъ вообще въ очень широкихъ предѣлахъ, у красныхъ же, наоборотъ, въ небольшихъ. Не трудно понять, что только случайность внѣшняго признака — неправильность періода — соединяетъ въ одинъ общій классъ въ сущности разнообразныя группы звѣздъ.

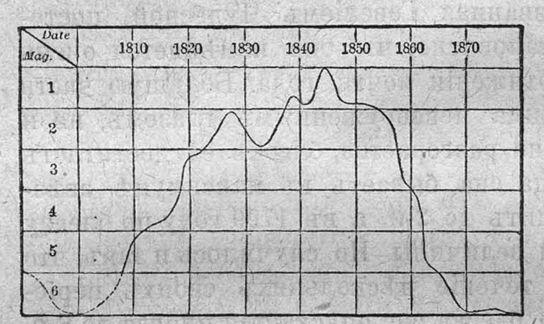


Рис. 51. Измѣненіе блеска η Корабля.

Самымъ интереснымъ представляется случай звѣзды η Корабля. Эта звѣзда находится на южномъ небѣ, а потому въ прежнее время она наблюдалась лишь случайно — когда на южное полушаріе пріѣзжали астрономы,—такъ какъ постоянныхъ обсерваторій до сравнительно недавняго времени тамъ не было. О блескѣ η Корабля въ старыя времена, по сбивчивости показаній, ничего опредѣленнаго сказать нельзя. Лишь въ 1677 году Галлей отмѣтилъ η Корабля, какъ звѣзду 4-й величины. Въ 1685 и 1689, а также и въ 1751 гг., она опредѣлялась звѣздой 2-й величины. Но въ 1827 году однимъ изъ путешественниковъ она причислялась къ звѣздамъ 1-й величины. Съ 1834 года, въ теченіе трехъ лѣтъ, η Корабля наблюдалась Джономъ Гершелемъ на мысѣ Доброй Надежды. Она сперва казалась звѣздой 1 — 2 величины, но въ 1837 г. она быстро возросла и сравнялась по яркости съ α Центавра, третьей по силѣ блеска на всемъ небѣ. Въ слѣдующемъ году ея яркость уменьшилась приблизительно до яркости Альдеберана, и такою она оставалась въ продолженіе пяти лѣтъ. Въ 1843 году она вновь разгорѣлась болѣе, чѣмъ прежде, сравнялась по блеску съ Канопусомъ и уступала только одному Сиріусу. Но затѣмъ началось ея медленное убываніе. Въ 1867 году она еще была различаема просто глазомъ, затѣмъ скрылась изъ такой видимости, а въ настоящее время η Корабля наблюдается только какъ звѣздочка 7 — 8-й величины.

Удовлетворительнаго объясненія измѣненіямъ какъ этой звѣзды, такъ и всего класса подобныхъ перемѣнныхъ, еще не дано.

Строго говоря, въ отношеніи этой послѣдней звѣзды есть основанія, не считая η Корабля обыкновенной перемѣнной,—относить ее къ разряду временныхъ звѣздъ, къ разсмотрѣнію которыхъ мы сейчасъ переходимъ. На родство съ такими звѣздами указываетъ также и сходство спектровъ.

Изъ болѣе яркихъ звѣздъ къ разсматриваемому классу перемѣнныхъ съ совершенно неправильнымъ періодомъ относятся еще α Оріона, съ измѣненіями отъ 1.0 до 1.4 величины, α Кассіопеи (2.2 — 2.8), α Геркулеса (4.6—5.4), μ Цефея (4.0—5.0) и пр.

2. Временныя звѣзды.

Явленіе, называемое „временной“ или чаще „новой“ звѣздой, состоитъ въ слѣдующемъ: на мѣстѣ неба, гдѣ раньше вовсе не было видно никакой звѣзды, или же иногда замѣчалась только очень слабенькая звѣздочка, внезапно вспыхиваетъ болѣе или менѣе яркая звѣзда. Непосредственному впечатлѣнію она представляется совершенно новымъ свѣтиломъ. Послѣ открытія, такая звѣзда разгорается иногда еще больше, а затѣмъ постепенно затухаетъ или до очень слабой видимости, или же до полнаго исчезновенія изъ нея.

Временныя звѣзды наблюдались въ прежнее время очень рѣдко. Обыкновенно полагаютъ, что небольшое ихъ число было замѣчено китайцами и записано въ ихъ лѣтописяхъ. Дѣйствительно, въ нѣкоторыхъ небесныхъ явленіяхъ, зарегистрированныхъ китайцами, можно заподозрѣть наблюденія временныхъ звѣздъ, но достовѣрными эти наблюденія во всякомъ случаѣ считать нельзя. Только съ конца XVI-го вѣка начинаются уже вполнѣ надежныя наблюденія такихъ объектовъ. Всѣ извѣстные случаи ихъ появленія воспроизведены въ слѣдующей таблицѣ:

Созвѣздіе.	Положеніе звѣздъ. Прям. восх.		Склон.	Годъ вспышки.	Наибольшая яркость въ звѣзд. велич.
Кассіопея	0ч.	19м.	+ 63° 36′	1572	— 5 (?)
Лебедь	20	14	+ 37 43	1600	3.5
Змѣеносецъ	17	25	— 21 24	1604	— 4 (?)
Лисица	19	43	+ 27 04	1670	3
Змѣеносецъ	16	54	— 12 44	1848	5.5
Скорпіонъ	16	11	— 22 44	1860	7.0
Сѣв. Корона	15	55	+ 26 12	1866	2.0
Лебедь	21	38	+ 42 23	1876	3
Андромеда	0	37	+ 40 43	1885	7

Созвѣздіе.	Положеніе звѣздъ. Прям. восх.	Склон.	Годъ вспышки.	Наибольшая яркость въ звѣзд. велич.
Персей	1ч. 55м.	+56° 15′	1887	9.2
Возничій	5 26	+30 22	1891	4.5
Норма	15 22	—50 14	1893	7.0
Корабль	11 04	—61 24	1895	8
Центавръ	13 34	—31 08	1895	7
Стрѣлецъ	18 56	—13 18	1898	4.7
Змѣеносецъ	17 45	—16 40	1898	7.7
Орелъ	19 15	— 0 19	1899	7
Стрѣлецъ	18 14	—25 14	1899	8.5
Персей	3 24	+43 34	1901	0.0
Стрѣлецъ	18 0	—27 27	1901	10.4
Близнецы	6 38	+30 03	1903	5.1
Орелъ	18 57	— 4 35	1905	9.1
Парусъ	10 58	—53 51	1905	9.7
Лира	18 50	+36 23	1905	10
Скорпіонъ	17 47	—34 20	1906	8.8
Циркуль	14 41	—59 35	1907	9.5
Рыбы	0 30	+ 9 45	1910	8.8
Стрѣлецъ	17 54	—27 33	1910	7.5
Жертвенникъ	16 33	—52 14	1910	6.0
Ящерица	22 31	+52 12	1910	5.0
Близнецы	6 48	+32 16	1912	3.7
Орелъ	18 45	+ 0 29	1918	—0.1

Данныя этой таблицы представляютъ большой интересъ. Видно, какъ быстро стало увеличиваться въ послѣднее время число вновь открываемыхъ временныхъ звѣздъ. Напримѣръ, въ теченіе трехъ вѣковъ, съ XVI по XVIII, всего было обнаружено четыре такихъ звѣзды, а между тѣмъ то же ихъ число было открыто только въ одномъ 1910 году. Съ начала же XX вѣка временныхъ звѣздъ найдено 14, т.-е. въ среднемъ по одной въ годъ. Обращаетъ также на себя вниманіе значительное число телескопическихъ временныхъ звѣздъ, невидимыхъ невооруженнымъ глазомъ: изъ 14 такихъ звѣздъ, открытыхъ въ послѣднемъ столѣтіи, только пять въ наибольшую яркость могли быть замѣчены просто глазомъ, остальныя же 9 оставались телескопическими. Разумѣется, открытіемъ столь слабыхъ объектовъ мы всецѣло обязаны фотографіи. Изъ этихъ данныхъ естественно заключить, что намъ стало извѣстнымъ лишь ничтожное число вообще бывшихъ случаевъ появленія временныхъ звѣздъ, такъ какъ болѣе слабыя — напримѣръ, не доходящія до 10—11 величины — и, вмѣстѣ съ тѣмъ, несомнѣнно болѣе многочисленныя, оставались до сихъ поръ для астрономіи вовсе неизвѣстными. Такимъ образомъ, видно, что

временныя звѣзды рѣдко только наблюдаются, но сами по себѣ онѣ не представляются рѣдкимъ явленіемъ.

Кромѣ того, около десяти временныхъ звѣздъ въ 1901—1917 гг. открыты въ спиральныхъ туманностяхъ; все это очень слабыя звѣздочки, блескъ которыхъ въ максимумѣ достигъ лишь 13.5—17.5 величины.

Остановимся теперь нѣсколько подробнѣе на трехъ выдающихся случаяхъ воспламененія временныхъ звѣздъ.

Въ ноябрѣ 1572 года астрономъ Тихо-Браге замѣтилъ въ хорошо извѣстномъ ему созвѣздіи Кассіопеи неподвижную звѣзду, которой раньше онъ не видѣлъ (рис. 52). Звѣзда разгоралась все свѣтлѣе и свѣтлѣе. Она превзошла яркостью всѣ другія и даже Сиріуса. Блестящій Юпитеръ оказался слабѣе ея, и только Венера, самое яркое изъ небесныхъ свѣтилъ, могла сравниться по блеску съ новой звѣздой. При чистомъ небѣ она была видима даже днемъ.

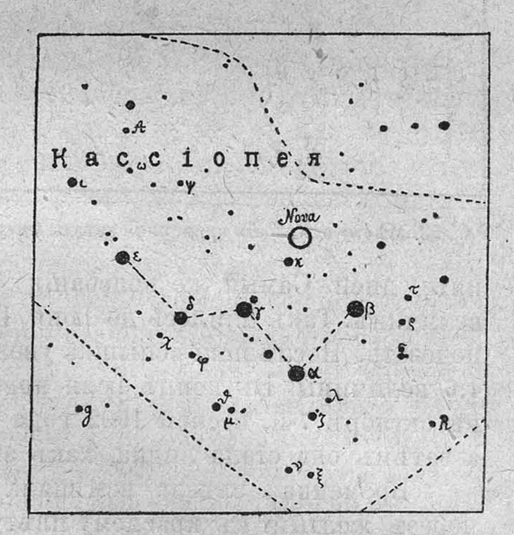


Рис. 52. Мѣсто появленія временной звѣзды въ созв. Кассіопеи.

Такое сіяніе звѣзды длилось мѣсяца два, затѣмъ она стала погасать, сначала медленно, а чѣмъ дальше—тѣмъ быстрѣе. Въ мартѣ 1574 г. она совсѣмъ скрылась изъ глазъ. Уменьшеніе ея блеска сопровождалось измѣненіемъ цвѣта — отъ бѣлаго, черезъ желтый, къ красному; впослѣдствіи же она вновь побѣлѣла. Приблизительно на мѣстѣ ея появленія теперь видна очень слабая звѣздочка, и возможно, что она и есть звѣзда, сіявшая при Тихо-Браге.

Послѣ этого было видно еще не мало другихъ временныхъ звѣздъ. Описывать ихъ появленій мы не будемъ, кромѣ лишь случаевъ совершенно недавняго появленія такихъ звѣздъ.

Въ февралѣ 1901 г. Андерсонъ обнаружилъ временную звѣзду въ созв. Персея (рис. 53). При открытіи она была 2.7 величины. Очевидно, эта звѣзда разгорѣлась чрезвычайно быстро. Дѣйствительно, только за сутки до ея открытія была сфотографирована область неба, гдѣ она появилась, и хотя на этой фотографіи вышли звѣзды до 12-й величины, но ея еще тамъ не было. Слѣдовательно, за сутки передъ открытіемъ временная звѣзда была во всякомъ случаѣ слабѣе 12-й величины. На фотографіяхъ же неба, регулярно снимаемыхъ въ Гарвардской обсерваторіи, она была найдена въ видѣ звѣзды 13—14 величины на

протяженіи почти 10 лѣтъ назадъ. Такимъ образомъ, временная звѣзда обнаружила прямо сказочное по быстротѣ возрастаніе яркости. На короткій срокъ послѣ открытія она, было, уменьшилась немного по яркости, но вслѣдъ затѣмъ снова вспыхнула настолько, что превзошла блескомъ Капеллу и почти сравнялась съ Сиріусомъ. Такое горѣніе продолжалось, однако, лишь нѣсколько часовъ; далѣе шло медленное убываніе ея яркости. Но недѣли черезъ три стали по временамъ замѣчаться новыя вспышки и затѣмъ убыванія ея блеска, съ періодическимъ характеромъ: сперва съ періодомъ около трехъ, позднѣе около пяти дней. Самыя же колебанія блеска достигли $1^1/_2$—2 звѣздныхъ величинъ. Такъ длилось до іюня. Послѣ этого колебанія блеска стали исчезать. Послѣдняя вспышка увеличила яркость временной Персея до 4.6 величины. Въ концѣ іюля новая звѣзда была уже 6-й величины, въ октябрѣ 7-й, весной 1902 года 9-й, въ декабрѣ того же года 10-й, а затѣмъ она стала видна, какъ звѣздочка 11-12 величины (рис. 54).

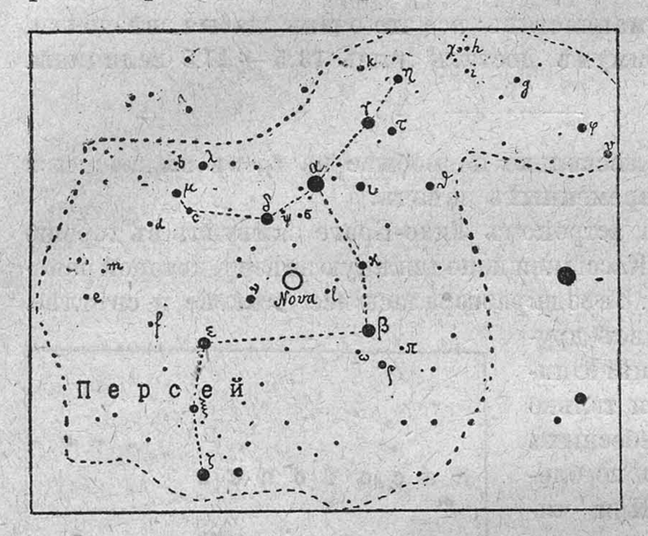


Рис. 53. Мѣсто появленія временной звѣзды въ созв. Персея.

Временная звѣзда измѣняла свой цвѣтъ отъ голубовато-бѣлаго, черезъ желтый, къ красному цвѣту. Измѣненіе цвѣта, которое, напримѣръ, приходилось наблюдать автору, происходило съ такой быстро-

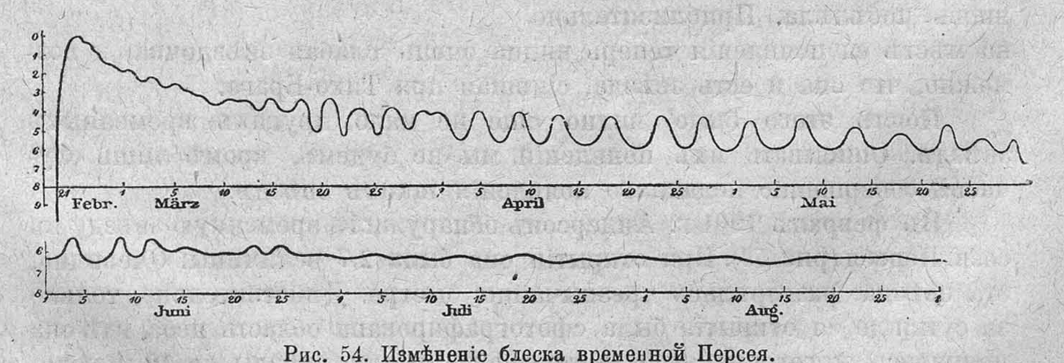


Рис. 54. Измѣненіе блеска временной Персея.

той, что съ трудомъ вѣрилось глазамъ. Когда же начались періодическія колебанія яркости, то одновременно происходили и перемѣны цвѣта: при вспышкѣ звѣзда становилась желтѣе или бѣлѣе, при убы-

ваніи же блеска звѣзда краснѣла. По прекращеніи этихъ колебаній, временная Персея понемногу стала бѣлой звѣздой.

Почти черезъ полгода по появленіи временной звѣзды, вокругъ нея на фотографіяхъ явственно обнаружилась туманная оболочка, слабая и неправильной формы. Она состояла изъ двухъ сложныхъ колецъ: одного внутренняго и болѣе свѣтлаго и второго внѣшняго и очень слабаго. При дальнѣйшемъ наблюденіи этого образованія выяснилось, что нѣкоторыя свѣтлыя мѣста туманной оболочкис двинулись и при томъ съ большой быстротой; оба кольца распространялись такъ, что внѣшнее кольцо двигалось вдвое быстрѣе внутренняго (р.р. 55 и 56).

Это явленіе могло быть объяснено различно: или тѣмъ мало вѣроятнымъ фактомъ, что частицы туманности въ дѣйствительности имѣли скорость движенія того же порядка, что и скорость свѣта, или тѣмъ, что, въ моментъ воспламененія временной звѣзды, ея излученія привели въ состояніе свѣченія окрестныя туманныя массы, или же еще тѣмъ, что эти массы только отражали свѣтовые лучи, исходившіе отъ временной звѣзды. Благодаря тому, что свѣтъ распространяется хотя и очень быстро, однако все же не мгновенно, при послѣдовательномъ отраженіи свѣтовой волны отъ очень далеко распространенныхъ частей туманности,—состоящей изъ слоевъ и сгущеній неодинаковой плотности, — повидимому могло для отдаленнаго зрителя получиться впечатлѣніе перемѣщенія свѣтлой массы. А такъ какъ яркій блескъ звѣзды длился только нѣсколько дней, то освѣщенныя на время части вскорѣ перестали быть видимы, почему было замѣтно перемѣщеніе сравнительно узкой зоны, которую пробѣгала свѣтовая волна. Эта зона, съ теченіемъ времени, расширялась и удалялась отъ центра. Если такъ, то, зная скорость распространенія свѣта, можно вычислить длину пути, пройденнаго свѣтовой волной, а отсюда и разстояніе отъ насъ новой звѣзды. При сдѣланномъ допущеніи это разстояніе оказалось такимъ, что свѣтъ проходитъ его въ 300 лѣтъ (параллаксъ равенъ 0″.01).

Справедливость такого объясненія какъ бы подтверждается, хотя и косвенно, еще тѣмъ, что свѣтъ туманности былъ голубоватый. Но такимъ цвѣтъ временной звѣзды былъ лишь во время ея максимальной вспышки; затѣмъ она постепенно приняла красный цвѣтъ. Такимъ образомъ, голубоватая окраска какъ бы свидѣтельствуетъ, что возникновеніе свѣтимости туманности относится къ начальному моменту возгоранія звѣзды, и это довольно хорошо согласуется съ истекшимъ временемъ и разстояніемъ колецъ свѣта отъ центра.

Въ самые послѣдніе годы (1914—17) величина временной Персея измѣнялась, съ неправильными и быстрыми колебаніями, между $11\frac{1}{2}$ и $13\frac{1}{2}$ величиной; вблизи нея замѣчалась (въ 1914 г.) и слабая, разсѣянная туманность.

Видимая на глазъ связь между временной звѣздой и окружающей ее туманностью подмѣчалась и раньше, напр., во временныхъ звѣз-

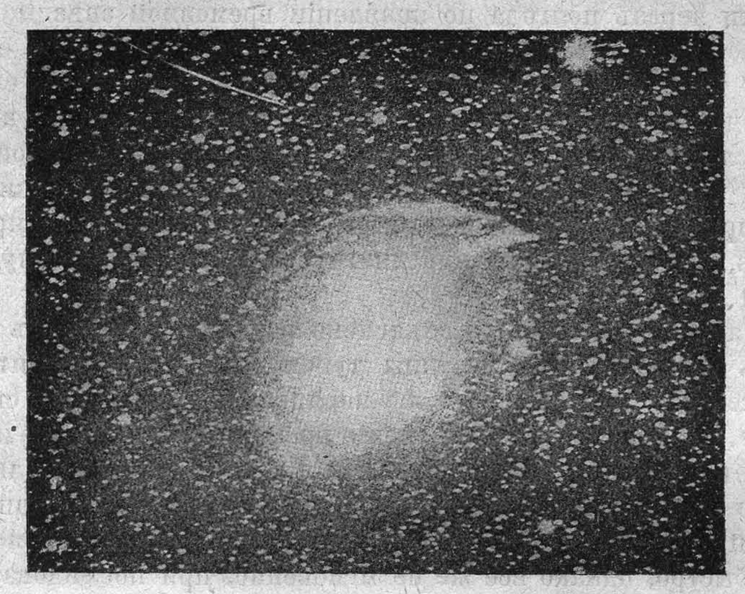


Рис. 55. Туманность вокругъ временной Персея.
1-я фотографія — ноябрь 1901 г.

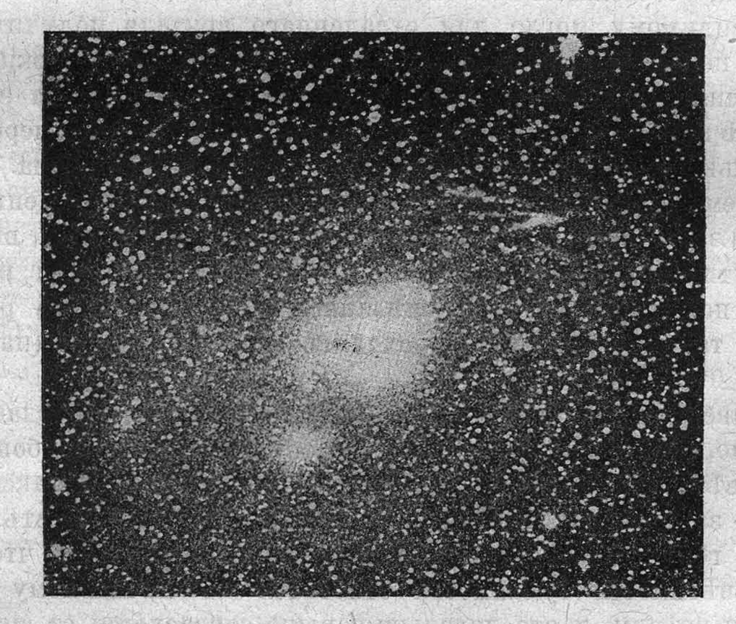


Рис. 56. Туманность вокругъ временной Персея.
2-я фотографія — февраль 1902 г.

дахъ, появившихся въ 1860 и 1876 г.г. Однако, эта связь оставалась ранѣе недоказанной, такъ какъ отчасти могла производиться и оптическими эффектами.

Книга эта была уже въ наборѣ, когда, въ началѣ іюня 1918 г. вспыхнула временная звѣзда въ созвѣздіи Орла. Эта звѣзда разгорѣлась очень ярко: въ часы наибольшей свѣтовой силы превзошла блескомъ даже Вегу, такъ что на сѣверномъ небѣ она сверкала самой яркой звѣздой.

Благодаря войнѣ и перерыву сношеній, не только международныхъ, но и внутри государства, еще нельзя выяснить, кто именно впервые обнаружилъ временную Орла и кто поэтому имѣетъ право считаться открывшимъ ее. По тѣмъ неполнымъ свѣдѣніямъ, которыми мы пока располагаемъ, можно видѣть, что о пріоритетѣ заявляетъ одинъ изъ наблюдателей въ Женевѣ (проф. Ласковскій), увидѣвшій эту звѣзду вечеромъ 7 іюня; однако, пока не извѣстно, какой яркостью оцѣнена была она въ то время, такъ что сообщеніе объ этомъ наблюденіи недостаточно полно. Затѣмъ, 8 іюня вечеромъ эту временную звѣзду обнаружили самостоятельно довольно много лицъ въ разныхъ странахъ. Изъ извѣстныхъ до сихъ поръ наблюденій самимъ раннимъ повидимому является сдѣланное въ Ѳеодосіи В. К. Островлевымъ, оцѣнившимъ въ 9 ч. 10 м. мѣстнаго времени ея яркость величиной 1. 6, что довольно хорошо соотвѣтствуетъ остальнымъ даннымъ.

Тотчасъ же астрономами было опредѣлено точное мѣсто временной Орла и сравнено со старыми наблюденіями; оказалось, что эта звѣзда вовсе не новая. Она существовала и раньше, но въ качествѣ очень слабой звѣздочки, 11. 5 величины.

Интересно поэтому выяснить, когда же именно произошла со звѣздой катастрофа, заставившая ее вспыхнуть такъ ярко.

Изъ предварительныхъ сообщеній безспорно слѣдуетъ, что еще 5 іюня она пребывала въ нормальномъ состояніи, такъ какъ на сдѣланныхъ случайно въ этотъ вечеръ снимкахъ звѣзда имѣла яркость 11. 5 величины. 6 и 7-го іюня нѣсколько лицъ дѣлали наблюденія въ небесномъ районѣ, гдѣ она находится, но ничего особеннаго не замѣтили, чего не могло быть, если бы временная звѣзда была бы уже достаточно яркой. Но, если не считать наблюденія Ласковскаго, сдѣланнаго наканунѣ, то 8 іюня временная звѣзда уже многимъ бросалась въ глаза. Слѣдовательно, катастрофа произошла между 5 и 7 іюня.

Наибольшей яркости временная Орла достигла 9—10 іюня; она, какъ уже говорилось, превзошла яркость Веги и по величинѣ приблизительно (точныхъ данныхъ еще нѣтъ) дошла до —0. 1. Затѣмъ началось ея погасаніе, происходящее съ колебаніями яркости.

По наблюденіямъ С. Н. Блажко, произведеннымъ въ Московской обсерваторіи, временная Орла, послѣ своей максимальной вспышки, ослабѣвала въ теченіе около трехъ недѣль и къ 27 іюня опустилась до 4-й величины. Затѣмъ она стала вновь разгораться, достигла къ 6-му іюля 3-й величины, а послѣ этого опять понизилась къ 12 іюля

до 4-й величины. Въ дальнѣйшемъ, до средины августа, она погасала съ колебаніями яркости въ теченіе каждыхъ 8-10 дней. Ко второй половинѣ августа звѣзда дошла до $4^1/_2$ величины, а къ 1-му октября до 4.8 величины.

При открытіи временная имѣла бѣлую окраску похожую на цвѣтъ Веги; спектръ ея подходилъ къ типу F съ сильными полосами поглощенія. Затѣмъ начались колебанія и ея цвѣта и спектра.

При открытіи временной Орла, 8 іюня, она имѣла желтовато-бѣлый цвѣтъ, но уже на другой день, ко времени наибольшей яркости, пріобрѣла голубовато-бѣлую окраску. Затѣмъ, по мѣрѣ погасанія, она казалась сначала бѣлой, а черезъ нѣсколько дней, къ 15 іюня, постепенно желтѣя, временная звѣзда уже сдѣлалась желтой. Къ 20-му іюня она пріобрѣтаетъ оранжевый тонъ, затѣмъ краснѣетъ и остается красной или оранжево-красной до конца мѣсяца. Въ началѣ іюля, въ связи съ новымъ возрастаніемъ яркости, звѣзда желтѣетъ и до средины іюля представляется красно-желтой. Наблюдались также и колебанія короткаго срока въ окраскѣ вспыхнувшей звѣзды.

Измѣненія спектра въ первые полтора мѣсяца видимости происходили въ обычномъ для новыхъ звѣздъ порядкѣ. Видимые сначала непрерывный спектръ и темныя линіи, по наблюденіямъ Г. А. Тихова, быстро ослабѣли, причемъ уменьшилось и число линій поглощенія. Одновременно съ этимъ стало наблюдаться все большее преобладаніе блестящихъ полосъ водорода, а также блестящихъ полосъ, характерныхъ для газовыхъ туманностей. Въ первые дни съ фіолетовой стороны блестящихъ полосъ водорода и кальція были видны двойныя и тройныя линіи поглощенія, относительное разстояніе и яркость которыхъ быстро измѣнялись; линіи эти указывали на очень большія величины относительныхъ лучевыхъ скоростей. Въ іюлѣ же непрерывный спектръ почти вовсе исчезъ, какъ равно исчезли и нѣкоторыя блестящія полосы; наоборотъ, блестящія полосы, характерныя для газовыхъ туманностей, становились все болѣе и болѣе интенсивными. Измѣненія въ интенсивности блестящихъ полосъ происходили съ колебаніями, находившимися, по наблюденію г. Тихова, повидимому, въ близкой зависимости отъ колебаній общей яркости звѣзды.

Подробныя свѣдѣнія объ этомъ явленіи, слишкомъ мало привлекшемъ къ себѣ вниманія со стороны широкой публики,—что объясняется, безъ сомнѣнія, ужасами переживаемый государственной разрухи, — можно будетъ дать только впослѣдствіи.

Необходимо остановить вниманіе еще на слѣдующемъ обстоятельствѣ:

Новая 1848 года, достигавшая 5.5 величины, съ 1867 г. остается видимой неизмѣнно, какъ звѣздочка 12—13 величины. Новая 1866 г., возгорѣвшаяся до 2-й величины, была видима и раньше и зарегистрована въ Боннскомъ каталогѣ, какъ звѣзда 9.5 величины; съ 1867 г.

она вернулась къ прежнему свѣтовому состоянію. Новая 1876 года, достигшая 3-й величины, въ настоящее время видна, какъ звѣздочка 15 величины. Почти до той же величины опустилась новая 1892 г. (4.5 вел.), 1898 г. (4.7 вел.), 1901 г. (0.0 вел.). Новая 1910 года (5 вел.) до воспламененія была видна, какъ звѣздочка 13-й величины, и съ 1913 года возвратилась къ тому же свѣтовому состоянію; новая 1918 г. до воспламененія была звѣздочкой 11.5 величины и т. д. Не во всѣхъ, но въ цѣломъ рядѣ случаевъ удалось установить, что новая звѣзда не появилась вновь, но существовала и раньше, хотя и болѣе слабой величины, или же, что, послѣ вспышки, звѣзда не исчезла, но сохранилась, какъ болѣе слабая звѣздочка, или же, наконецъ, и то и другое. Отсюда видно, что существованіе до недавняго времени понятія о появленіи новой звѣзды, какъ будто бы вновь создавшейся, должно быть совершенно отброшено. Все явленіе слѣдуетъ разсматривать, какъ временное увеличеніе яркости ранѣе существовавшей звѣзды, и съ этой точки зрѣнія самый терминъ „новой“ звѣзды долженъ бы быть вытѣсненъ названіемъ „временной“ звѣзды.

Наблюденія надъ спектрами временныхъ звѣздъ начались съ ихъ появленія въ 1866 и 1876 гг., и въ настоящее время общій характеръ ихъ спектровъ достаточно выясненъ.

Во время вспышки сохраняется обычный спектръ, присущій звѣздѣ. При достиженіи ею максимума, къ темнымъ линіямъ поглощенія присоединяются яркія линіи испусканія: сперва водорода и кальція, а, при начавшемся погасаніи звѣзды, также линіи гелія, натрія и др. Такимъ образомъ, въ спектрѣ новой звѣзды линіи представляются двойными: изъ нихъ темныя расположены къ фіолетовому концу спектра, и яркія линіи—къ красному. Это двойственное появленіе линій съ указаннымъ ихъ взаимнымъ расположеніемъ является настолько характернымъ признакомъ временныхъ звѣздъ, что цѣлый рядъ ихъ былъ обнаруженъ въ Гарвардской обсерваторіи именно по спектрамъ.

При дальнѣйшемъ развитіи погасанія звѣзды, яркость непрерывнаго спектра убываетъ, начиная съ болѣе преломляемой, фіолетовой, части. Яркія же линіи возрастаютъ по своей интенсивности. Такимъ образомъ, наступаетъ для временной звѣзды эпоха, когда весь спектръ ея составляется только изъ ряда яркихъ линій.

Наконецъ, заключительной фазой въ измѣненіяхъ спектра временныхъ звѣздъ является обращеніе его въ знакомый уже читателю типъ звѣздъ Вольфа-Райе (стр. 73).

Этотъ послѣдній фактъ, наглядно свидѣтельствующій о тѣсной связи звѣздъ Вольфа-Райе со временными звѣздами, представляетъ также чрезвычайный космогоническій интересъ. Есть много основаній

думать, что звѣзды Вольфа-Райе—памятники временныхъ звѣздъ, появлявшихся въ прошлые вѣка. Но временныхъ звѣздъ извѣстно немного, звѣздъ же Вольфа-Райе извѣстно свыше сотни. Онѣ всѣ находятся частью близъ Млечнаго Пути, частью въ Магеллановыхъ Облакахъ и въ нѣкоторыхъ звѣздныхъ скопленіяхъ, т.-е. вообще тамъ, гдѣ звѣзды болѣе сгущены и гдѣ болѣе вѣроятна небесная катастрофа.

Яркія линіи, остающіяся въ спектрѣ погасающей временной звѣзды, оказываются тѣми же линіями, которыя видны въ спектрѣ, свойственномъ туманностямъ; онѣ только значительно шире, чѣмъ въ спектрѣ послѣднихъ. Если теперь вспомнить о видимой непосредственно связи между временной звѣздой и туманностью, особенно доказательно наблюдавшейся въ случаѣ временной Персея, то отсюда можно бы прійти къ выводу, что временная звѣзда, послѣ своей вспышки, обращается въ туманность. Но дѣло въ томъ, что погасаніе звѣзды и появленіе въ ея спектрѣ линій туманности не сопровождается исчезновеніемъ звѣзды, какъ специфическаго небеснаго тѣла—что было бы естественнымъ слѣдствіемъ обращенія звѣзднаго тѣла въ газообразную массу, — а совпадаетъ только съ уменьшеніемъ ея видимой величины. Въ цѣломъ же рядѣ случаевъ звѣзда остается видимой, послѣ своей вспышки, въ довольно постоянномъ свѣтовомъ состояніи.

Поэтому появленіе — а въ извѣстный моментъ даже и преобладаніе — линій туманностей слѣдовало бы приписать тому факту, что близъ временной звѣзды присутствуетъ туманный матеріалъ, а его спектральныя линіи, при создавшихся условіяхъ, и становятся видимыми.

Въ спектрѣ временныхъ звѣздъ замѣчается, что спектральныя линіи смѣщены въ ту или другую сторону по сравненію съ линіями искусственнаго спектра, принадлежащими тому же самому химическому элементу. Какъ извѣстно—объ этомъ мы вскорѣ будемъ говорить болѣе подробно,—такія смѣщенія линій замѣчаются въ спектрахъ почти всѣхъ небесныхъ тѣлъ: они объясняются движеніемъ тѣла вдоль нашего луча зрѣнія; направленіе же смѣщенія линій въ ту или другую сторону спектра даетъ указаніе на приближеніе тѣла къ намъ или же на удаленіе его при такомъ лучевомъ движеніи. Въ примѣненіи этого объясненія ко временнымъ звѣздамъ, оказывается, что въ ихъ спектрахъ наблюдаются смѣщенія, частью незначительныя, свидѣтельствующія о движеніи тѣла со скоростью отъ нѣсколькихъ до нѣсколькихъ десятковъ километровъ въ секунду, частью же такія смѣщенія, которыя указываютъ на колоссальныя скорости движеній—около тысячи и даже болѣе километровъ въ секунду.

Перваго рода движенія являются нормальными и близкими къ тѣмъ, какія наблюдаются и у другихъ небесныхъ тѣлъ; смѣщенія же

второго рода, какъ предполагаютъ, вызываются не движеніемъ самыхъ тѣлъ, а посторонними физическими процессами, отражающимися на расположеніи линій въ спектрѣ.

Точнаго разъясненія явленія временныхъ звѣздъ еще не найдено. Но съ большою вѣроятностью можно предполагать, что здѣсь происходитъ небесная катастрофа: разрушеніе міровъ или преобразованіе ихъ въ другой видъ. Условія, при которыхъ наступаетъ подобная катастрофа, могли бы создаться въ томъ случаѣ, если одна изъ звѣздъ, чаще всего слабо свѣтящаяся или вовсе не свѣтящаяся, встрѣчается съ другой подобной же системой. Каждая изъ такихъ звѣздъ окру-



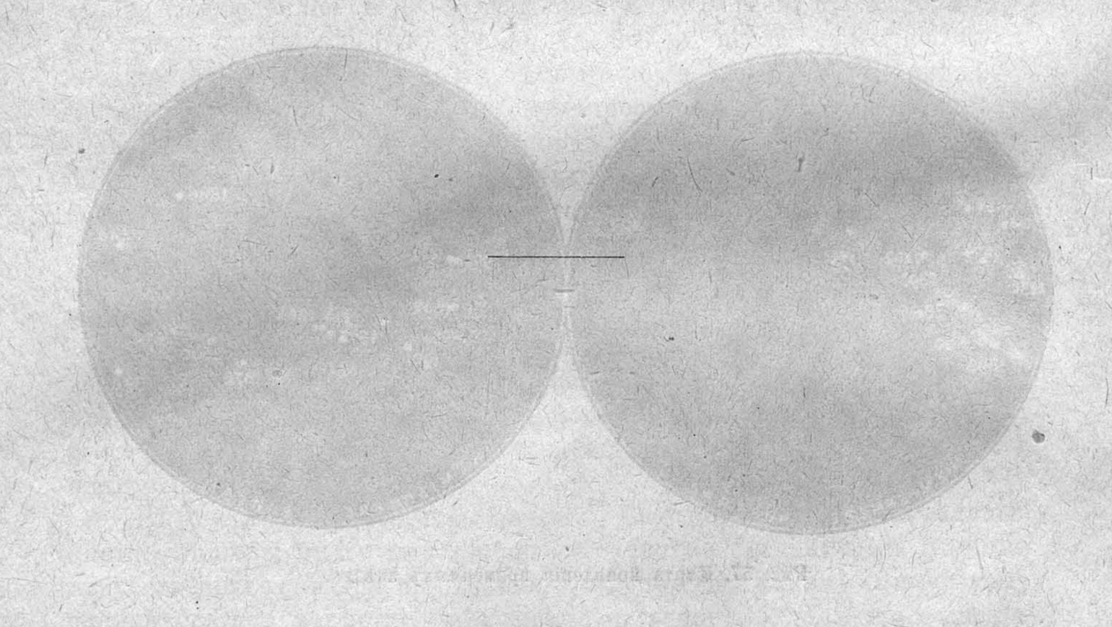
Рис. 57. Карта появленія временныхъ звѣздъ.

жена своимъ міромъ болѣе мелкихъ небесныхъ тѣлъ, примѣръ чему мы видимъ на Солнцѣ. Столкновеніе же между собою даже не непремѣнно главныхъ тѣлъ системы, но хотя бы мелкихъ и болѣе отдаленныхъ отъ центра, легко можетъ вызвать, вслѣдствіе получающейся страшно высокой температуры, всѣ извѣстныя во временныхъ звѣздахъ явленія. Если бы даже не произошло прямого столкновенія, то все же небесныя тѣла могли бы вызвать одно въ другомъ мощныя явленія приливовъ, которыя выразились бы въ колоссальныхъ изверженіяхъ, подобныхъ громадныхъ солнечнымъ протуберанцамъ.

Еще болѣе вѣроятной представляется встрѣча звѣздной системы съ туманностью, которыя захватываютъ въ пространствѣ очень широкія области. Если бы звѣзда вступила въ подобное космическое облако, то повторилось бы въ болѣе широкихъ размѣрахъ то явленіе, которое мы каждую ночь наблюдаемъ въ видѣ падающихъ звѣздъ.

тѣльца туманности, вслѣдствіе притяженія, устремятся къ звѣздѣ, раскалятся сами въ ея атмосферѣ, но нагрѣютъ и ее, а также поверхность звѣзды. Изъ образующихся при этомъ испареній и можетъ, между прочимъ, получиться туманная оболочка, замѣчавшаяся около нѣкоторыхъ временныхъ звѣздъ. Это объясненіе разсматриваемаго явленія пріобрѣло правдоподобіе послѣ извѣстной картины, наблюдавшейся въ окрестностяхъ временной Персея, гдѣ, какъ мы только что говорили, были обнаружены массы туманной матеріи.

Существуютъ, затѣмъ, и нѣкоторыя другія объясненія, на которыхъ сейчасъ останавливаться не будемъ.



V.

Разстояніе звѣздъ.

Картина звѣзднаго неба, развертывающаяся передъ нами въ ясную ночь, такъ же мало походитъ на дѣйствительный звѣздный міръ, раскинувшійся въ необъятно глубокимъ пространствѣ, какъ мало воспроизводитъ рисунокъ или фотографія жизнь любого земного уголка.

Чтобы увидѣть рельефность вселенскаго звѣзднаго организма, надо расположить звѣзды по ихъ дѣйствительнымъ разстояніямъ.

Обычный пріемъ опредѣленія разстояній сводится къ разрѣшенію треугольника, въ которомъ извѣстна одна сторона и опредѣляется изъ наблюденій уголъ въ вершинѣ треугольника. Въ данномъ случаѣ, при опредѣленіи разстоянія звѣздъ, извѣстной стороною, такъ называемымъ базисомъ, является діаметръ земной орбиты. Опредѣленію же подлежитъ уголъ у звѣзды, называемый годичнымъ параллаксомъ; подъ этимъ угломъ отъ звѣзды виденъ радіусъ земной орбиты (рис. 58).

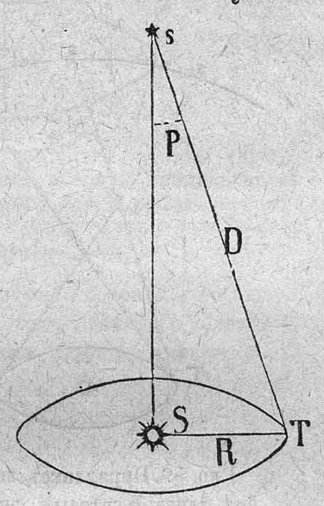


Рис. 58. Опредѣленіе разстояній звѣздъ.

Годичный параллаксъ, являющійся какъ уже извѣстно, отраженіемъ движенія Земли вокругъ Солнца, своимъ существованіемъ представляетъ убѣдительное доказательство реальности этого годового движенія [1]). Вотъ по-

[1]) *Прим.* Изъ разныхъ мѣстъ, занимаемыхъ послѣдовательно Землей при ея орбитальномъ движеніи, каждая звѣзда отбрасывается на небесную сферу на нѣсколько отличающіяся между собою мѣста (рис. 59), и въ теченіе года по этой причинѣ каждая звѣзда описываетъ около своего средняго положенія эллипсъ (рис. 60). Въ этомъ эллипсѣ отражается не ощущаемое непосредственно движеніе Земли. Большую полуось описаннаго звѣздой эллипса условно называютъ годичнымъ параллаксомъ данной звѣзды. Параллаксъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, равенъ углу, подъ которымъ была бы видна большая полуось земной орбиты, если смотрѣть

чему, еще съ того времени, когда Коперникъ возвѣстилъ о годовомъ оборотѣ Земли вокругъ Солнца, начались поиски звѣздныхъ параллаксовъ, какъ доказательства истины ученія Коперника. Но въ теченіе очень долгаго времени поиски оставались безплодными. Астрономы не подозрѣвали, что эта величина настолько мала, какою она оказалась въ дѣйствительности. Инструменты же прежняго времени, а также и астрономическіе методы, были еще недостаточно точны, чтобы съ ихъ помощью опредѣлить столь незначительный уголъ.

Однако, вопросъ былъ настолько важенъ, что къ нему возвращались вновь и вновь, по мѣрѣ прогресса въ устройствѣ инструментовъ.

Нельзя, впрочемъ, сказать, чтобы поиски параллаксовъ вовсе не принесли плодовъ. Они привели попутно къ другимъ важнымъ астрономическимъ открытіямъ: аберраціи свѣта [1]) и нутаціи земной

на нее отъ звѣзды. Величина годичнаго параллакса очевидно различна для разныхъ звѣздъ: чѣмъ ближе къ намъ звѣзда, тѣмъ этотъ уголъ больше, и наоборотъ. Послѣднее обстоятельство

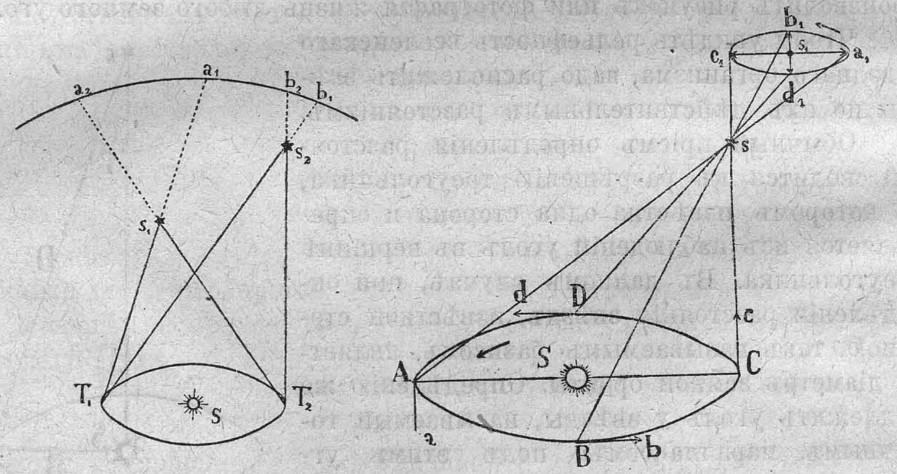


Рис. 59. Параллаксъ звѣздъ. Для близкой звѣзды s_1 параллактическое смѣщеніе (a_1a_2) больше, чѣмъ для, отдаленной s_2 (смѣщеніе b_1b_2).

Рис. 60. Параллактическая орбита звѣзды. При годовомъ оборотѣ Земли вокругъ Солнца по эллипсу ABCD, звѣзда перемѣщается вокругъ средняго своего положенія по эллипсу $a_1b_1c_1d_1$.

и доставляетъ возможность по величинѣ параллакса опредѣлять разстояніе отъ насъ звѣздъ. Подобные же параллаксы, называемые суточными, вызываются и суточнымъ вращеніемъ Земли около оси, но для звѣздъ этотъ параллаксъ практически ничтоженъ.

[1]) *Прим.* Аберраціей называются измѣненія въ положеніяхъ звѣздъ, которыя вызываются сочетаніемъ скоростей движенія Земли и движенія свѣта. Если бы наша наблюдательная станція Земля была неподвижна, это не играло бы роли: лучъ свѣта, исходящій отъ звѣзды, рано или поздно достигъ бы насъ, сохраняя свое направленіе. Но такъ какъ Земля движется, то лучъ отъ звѣзды представится намъ наклоненнымъ въ направленіи движенія Земли. Нѣчто подобное мы наблюдаемъ и въ повседневной жизни, если передвигаемся во время дождя: при нашей неподвижности, капли падаютъ вертикально; при движеніи же

оси [1]). Сверхъ того, эти же наблюденія привели къ открытію существованія физической связи въ системахъ двойныхъ звѣздъ, о которыхъ въ скорости мы будемъ говорить подробнѣе.

онѣ падаютъ наклонно, и тѣмъ больше, чѣмъ быстрѣе мы движемся (рис. 61). Такимъ образомъ аберрація проявляется въ смѣщеніи звѣзды относительно средняго ея положенія и притомъ въ направленіи нашего движенія.

Вообще говоря, аберраціонныхъ смѣщеній происходитъ столько же, сколько разныхъ движеній имѣетъ Земля. Поэтому существуютъ: суточная аберрація, какъ слѣдствіе суточнаго обращенія Земли около оси; годичная аберрація, какъ слѣдствіе годового оборота Земли вокругъ Солнца, и, наконецъ, вѣковая аберрація, какъ слѣдствіе совмѣстнаго движенія Земли съ Солнцемъ въ пространствѣ. Аберрація послѣдняго рода еще недостаточно обслѣдована, суточная же практически не велика наибольшій интересъ представляетъ лишь годичная аберрація. Вслѣдствіе существованія этой послѣдней, годовой оборотъ Земли по эллиптической орбитѣ отражается и на небесной сферѣ въ годовомъ измѣненіи каждой звѣздою своего мѣста относительно средняго положенія по эллиптической же орбитѣ (рис. 62). Въ отличіе отъ параллактическихъ измѣненій положеній, аберраціонные не зависятъ отъ разстояній звѣздъ; аберраціонные эллипсы имѣютъ большую полуось для всѣхъ звѣздъ одну и ту же въ 20″. 5, малая же полуось измѣняется въ зависимости отъ положенія звѣздъ относительно эклиптики.

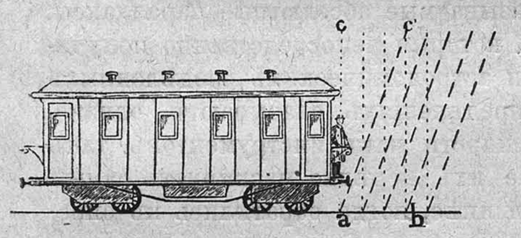


Рис. 61. Аберраціонное явленіе съ дождемъ. При неподвижности вагона, капли падаютъ по вертикальному направленію са. При движеніи вагона, капли падаютъ въ косомъ направленіи с′а—навстрѣчу движенію.

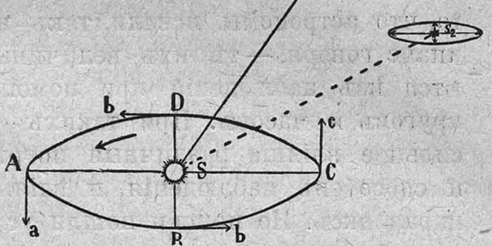


Рис. 62. Аберраціонная орбита звѣзды. При годовомъ оборотѣ Земли вокругъ Солнца по эллипсу ABCD, звѣзда перемѣщается вокругъ средняго своего положенія s_1 по эллипсу $a_1b_1c_1d_1$.

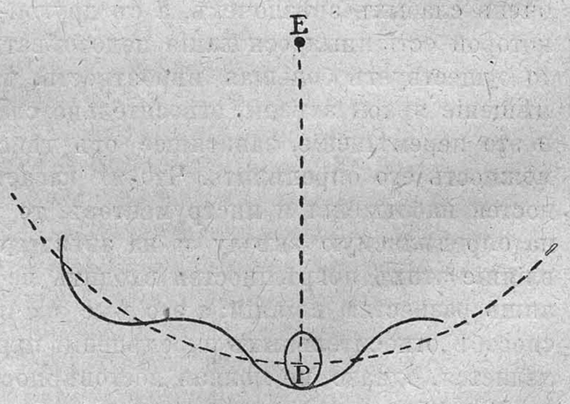


Рис 63. Вліяніе нутаціи на движеніе земной оси.

[1]) Нутаціей называется измѣненіе въ положеніи земной оси, которое вызывается измѣненіями въ расположеніи лунной орбиты вокругъ Земли, съ періодомъ около $18^1/_2$ лѣтъ. Она выражается въ томъ, что полюсъ міра въ теченіе указаннаго періода описываетъ около своего средняго положенія небольшой эллипсъ съ большой полуосью въ 9″ и малой въ 7″. Вслѣдствіе совмѣстнаго дѣйствія прецессіи и нутаціи полюсъ міра Р описываетъ въ теченіе 26 тысячъ лѣтъ вокругъ полюса эклиптики Е волнистую линію (рис. 63).

Главная трудность, при опредѣленіи параллаксовъ звѣздъ, заключается въ малости угла, подъ которымъ отъ звѣзды виденъ базисъ, т.-е діаметръ земной орбиты. Будь этотъ базисъ больше, и опредѣленія параллаксовъ были бы легче и точнѣе. Дѣйствительно, согласно извѣстному изъ тригонометріи соотношенію, этотъ базисъ будетъ виденъ подъ угломъ въ 1″ съ разстоянія звѣзды, превосходящаго въ 206 265 разъ длину базиса. Но, какъ мы вскорѣ увидимъ, столь близкихъ звѣздъ вовсе не извѣстно, и нѣтъ ни одного параллакса, достигающаго 1″; всѣ они меньше и въ лучшихъ случаяхъ достигаютъ только десятыхъ и сотыхъ долей секунды. Измѣреніе же столь малыхъ угловъ и само по себѣ сопряжено со значительными затрудненіями; но, сверхъ того, очень малыя величины параллаксовъ еще суммируются съ разнаго рода неустранимыми погрѣшностями, почти такой же величины.

Неуспѣху въ опредѣленіи параллаксовъ способствовало также и то, что астрономы искали такъ называемые абсолютные параллаксы, иначе говоря, — тѣ ихъ величины, которыя непосредственно получаются изъ наблюденій при помощи астрономическихъ раздѣленныхъ круговъ и часовъ. При такихъ опредѣленіяхъ оказываютъ, однако, сильное вліяніе различныя погрѣшности какъ инструментовъ, такъ и способовъ наблюденія, и вліяніе ихъ нерѣдко маскируетъ самый параллаксъ. Но поиски пошли успѣшнѣе, когда обратились къ опредѣленію относительныхъ параллаксовъ.

Дѣло въ томъ, что, въ среднемъ, естественно предположить приблизительное равенство звѣздъ по блеску. Поэтому болѣе слабая звѣзда вообще должна находиться дальше отъ насъ, чѣмъ яркая. У очень слабыхъ по блеску звѣздъ можно предполагать параллаксы очень малыми, практически не отличающимися отъ нуля. Если поэтому сравнивать взаимныя разстоянія близкихъ между собою, съ одной стороны, очень слабыхъ звѣздочекъ, а съ другой—яркой звѣзды или такой, у которой есть иныя основанія подозрѣвать близкое къ намъ сосѣдство, то существуетъ большая вѣроятность, что удастся обнаружить перемѣщеніе яркой звѣзды относительно слабыхъ звѣздочекъ сравненія, и это перемѣщеніе, зависящее отъ дѣйствія параллакса, дастъ возможность его опредѣлить. Что же касается неустранимыхъ погрѣшностей наблюденія и инструментовъ, то каждая изъ нихъ вліяетъ и на опредѣляемую звѣзду и на звѣзды сравненія, а потому вредное вліяніе этихъ погрѣшностей входитъ не полной своею величиной, но лишь разностью вліяній; а это уже значительно улучшаетъ дѣло. Въ способѣ относительныхъ опредѣленій параллаксовъ слабымъ мѣстомъ является, однако, не полная достовѣрность того, что взятая для сравненія слабая звѣзда и на самомъ дѣлѣ достаточно далека отъ насъ. Для полученія же абсолютныхъ параллаксовъ изъ полученныхъ ихъ относительныхъ значеній надо исключить средній (гипотетическій)

параллаксъ звѣздъ сравненія, хотя, при недостаточной надежности знанія послѣдняго, особенно большой точности такимъ путемъ все же не достигается.

Впервые удалось надежнымъ образомъ опредѣлить параллаксъ на основаніи наблюденій, произведенныхъ въ 1837—1840 г.г., извѣстному нѣмецкому астроному Бесселю въ Кенигсбергѣ (рис. 64). Бессель для этого воспользовался чрезвычайно точнымъ измѣрительнымъ инструментомъ—геліометромъ. Для своихъ наблюденій онъ выбралъ двойную звѣзду 61 Лебедя, хотя по блеску сравнительно и слабую—только 6-й величины,—но зато обладающую очень быстрымъ перемѣщеніемъ по небу, въ годъ около 5″. Бессель правильно разсудилъ, что такое быстрое перемѣщеніе звѣзды, вѣроятнѣе всего, зависитъ отъ ея близости къ намъ, почему у нея, быть можетъ, и удастся опредѣлить параллаксъ. Дѣйствительно, онъ нашелъ ея параллаксъ, величиной въ 0″.35, и это опредѣленіе оказалось настолько точнымъ, что оно почти не отличается отъ гораздо болѣе надежнаго значенія того же параллакса, выведеннаго изъ цѣлаго ряда позднѣйшихъ опредѣленій.



Рис. 64. Бессель.

Почти одновременно съ Бесселемъ получили довольно надежные параллаксы (въ 1835—38 г.г.) астрономъ Юрьевской обсерваторіи В. Струве—впослѣдствіи директоръ Пулковской обсерваторіи—у яркой звѣзды Веги, и Гендерсонъ, на мыслѣ Доброй Надежды, для яркой звѣзды южнаго неба α Центавра. Оба эти опредѣленія уступаютъ, однако, по своей точности опредѣленію Бесселя.

Въ настоящее время, при опредѣленіи относительныхъ параллаксовъ звѣздъ, широкое примѣненіе получили, во-первыхъ, очень точныя наблюденія геліометромъ—преимущественно для яркихъ звѣздъ,—во-вторыхъ, наблюденія прохожденій звѣздъ при помощи меридіаннаго круга или пассажнаго инструмента, съ примѣненіемъ усовершенствованныхъ приборовъ для регистрированія прохожденія звѣздъ, и затѣмъ еще, конечно, фотографическія наблюденія. Послѣднія получа-

ютъ тѣмъ болѣе широкое примѣненіе, что измѣреніе разстояній между звѣздой, параллаксъ которой ищутъ, и звѣздами сравненія на фотографическомъ клише производится съ большимъ удобствомъ и точностью. Между прочимъ, заслуживаетъ интереса способъ фотографическаго опредѣленія параллаксовъ, предложенный Каптейномъ. Идея этого способа вкратцѣ такова:

Избранная область неба фотографируется во время наибольшаго вліянія на положеніе звѣздъ параллакса по прямому восхожденію. Снятую фотографію оставляютъ не проявленной въ теченіе полугода, до слѣдующаго максимума вліянія параллакса (по абсолютной величинѣ). При наступленіи такой эпохи, на этой же непроявленной пластинкѣ вторично фотографируютъ ту же область, но такъ, чтобы изображенія звѣздъ между собою не совпадали. Послѣ этого обыкновенно получаютъ рядомъ еще третье изображеніе той же небесной области, и снова прячутъ пластинку въ темное мѣсто. Наконецъ, еще черезъ 6 мѣсяцевъ, вновь выставляютъ клише для фотографированія все той же области, послѣ чего уже пластинку проявляютъ.

Такимъ образомъ, на фотографіи получается по четыре изображенія каждой звѣзды, снятыхъ въ теченіе одного года, причемъ 1 и 2 изображенія относятся къ одному полугодовому промежутку; ко второму такому же промежутку относятся 3 и 4 изображенія. Если теперь измѣрить разстоянія между 1 и 2 и между 3 и 4 изображеніями звѣздъ, то разстоянія эти окажутся равными между собою для тѣхъ звѣздъ, у которыхъ параллаксы не имѣютъ ощутимой величины. Для близкихъ же къ намъ звѣздъ эти разстоянія будутъ большими и тѣмъ большими, чѣмъ значительнѣе параллаксъ звѣзды, который такимъ образомъ и можетъ быть опредѣленъ. Этотъ способъ допускаетъ массовое нахожденіе звѣздныхъ параллаксовъ, и такія опредѣленія дѣлались уже неоднократно. Въ Россіи они производятся С. К. Костинскимъ въ Пулковской обсерваторіи.

Возможно также опредѣленіе параллаксовъ стереоскопическимъ путемъ, при помощи двухъ снимковъ избраннаго участка неба, сдѣланныхъ черезъ полгода. Эти опредѣленія дѣлаются способами и приборами, о которыхъ мы будемъ говорить въ слѣдующей главѣ, при разсмотрѣніи собственныхъ движеній звѣздъ. Замѣтимъ лишь, что подобнымъ пріемомъ С. К. Костинскій, напримѣръ, получилъ для 61 Лебедя параллаксъ въ $0''.36$, очень близкій къ величинѣ, полученной Бесселемъ.

Какъ мы уже говорили, большое затрудненіе при опредѣленіи параллаксовъ возникаетъ вслѣдствіе малости базиса, изъ концовъ котораго можно дѣлать наведенія инструментомъ на звѣзды. Поэтому естественно пріобрѣтаетъ значеніе вопросъ объ увеличеніи этого базиса. Такое увеличеніе будетъ возможно, если воспользоваться движеніемъ Солнца въ пространствѣ, въ сопровожденіи Земли и другихъ

планетъ. Въ настоящее время практическаго значенія этотъ способъ—такъ называемый способъ опредѣленія вѣковыхъ параллаксовъ—еще не имѣетъ, такъ какъ мы недостаточно пока знакомы и со звѣздными и съ солнечнымъ движеніями. Но въ будущемъ, возможно, что этимъ способомъ и удастся воспользоваться.

Кромѣ геометрическаго, существуютъ еще и физическіе способы опредѣленія параллаксовъ, которые въ частныхъ случаяхъ нашли себѣ приложеніе. Одинъ изъ этихъ способовъ относится къ двойнымъ звѣздамъ, другой же—къ группамъ отдѣльныхъ звѣздъ, обладающихъ совмѣстнымъ перемѣщеніемъ въ пространствѣ. Къ этому вопросу мы еще возвратимся въ дальнѣйшемъ.

Примѣняется еще иногда способъ опредѣленія параллаксовъ, основанный на выведенной Каптейномъ связи между слѣдующими факторами: разстояніемъ, показателемъ цвѣта, видимой и абсолютной величинами звѣзды и степенью возрастанія покраснѣнія на единицу возрастанія видимой и абсолютной величинъ, а также и разстоянія; въ результатѣ параллаксъ опредѣляется, какъ функція показателя цвѣта. Значеніе этого метода требуетъ еще дальнѣйшихъ доказательствъ.

Большаго вниманія заслуживаетъ, однако, новый способъ опредѣленія разстояній по спектру, предложенный Адамсомъ.

Дѣло въ томъ, что, при равенствѣ всѣхъ прочихъ условій, видимая величина звѣзды зависитъ отъ ея разстоянія; если же тѣмъ или другимъ способомъ опредѣлится абсолютная величина звѣзды (на разстояніи, соотвѣтствующемъ параллаксу въ $0''.1$), то изъ сопоставленія этихъ величинъ можно вычислить ея разстояніе.

Съ другой стороны, весьма вѣроятно, что абсолютная величина звѣзды зависитъ отъ ея температуры или, что сводится къ тому же, отъ ея эволюціонной фазы; послѣдняя же отражается на типѣ спектра. Поэтому, по даннымъ, доставляемымъ изученіемъ спектра, можно надѣяться найти абсолютную величину звѣзды, а по ней и разстояніе.

Адамсъ и указалъ способъ, позволяющій вывести числовое значеніе абсолютной величины звѣзды изъ разности въ интенсивности нѣкоторыхъ линій спектра. Способъ основанъ на томъ, что интенсивность нѣкоторыхъ спектральныхъ линій особенно чувствительна къ физическимъ условіямъ газовъ, въ которыхъ онѣ порождаются, другихъ же—менѣе. Если поэтому подобрать въ однородныхъ спектрахъ двухъ звѣздъ нѣсколько паръ очень близкихъ между собой линій, изъ которыхъ одна составляющая линія очень чувствительна къ абсолютному блеску звѣзды, а другая нѣтъ, то, измѣряя разницу ихъ интенсивности, можно получить ихъ абсолютныя величины, а по нимъ разстояніе звѣзды. Для окончательнаго вывода надо, впрочемъ, воспользоваться нѣсколькими звѣздами съ хорошо извѣстнымъ напередъ

разстояніемъ; но въ настоящее время послѣднее условіе большихъ затрудненій представить не можетъ. Послѣ же этого можно вычислять разстояніе и остальныхъ звѣздъ.

Очевидно, что формулы для полученія такимъ способамъ параллаксовъ звѣздъ должна выводиться по группамъ однородныхъ спектровъ. Адамсъ воспользовался пятью такими группами: F0—F6; F7—G7; G8—K4; K4—K9; M,—и по нимъ вывелъ параллаксъ довольно большого числа звѣздъ съ опредѣленными уже разстояніями. Это повѣрочное сравненіе показало для большинства звѣздъ прекрасное совпаденіе параллаксовъ, хотя въ отдѣльныхъ случаяхъ встрѣчались и исключенія. Среднее уклоненіе между вычисленными такимъ способомъ и измѣренными тріангуляціоннымъ способомъ величинами параллаксовъ составило 0.″024.

Изъ этого можно заключить, что новый способъ является довольно надежнымъ; онъ будетъ еще болѣе надежнымъ, когда въ его основаніе положится большее количество измѣренныхъ параллаксовъ звѣздъ съ малыми собственными движеніями, такъ какъ до сихъ поръ для параллактическихъ измѣреній предпочтительно избирались звѣзды съ большими движеніями. А затѣмъ онъ, повидимому, можетъ примѣняться одинаково точно какъ къ близкимъ, такъ и къ далекимъ звѣздамъ.

Тѣмъ или другимъ способомъ—въ настоящее время получены величины параллаксовъ нѣсколькихъ сотъ звѣздъ, если не считать массовыхъ опредѣленій на одномъ и томъ же небесномъ участкѣ, сдѣланныхъ при помощи фотографіи. Однако не всѣ эти опредѣленія заслуживаютъ одинаковаго довѣрія. Параллаксы звѣздъ вообще настолько малы, что ихъ числовыя величины лишь немногимъ отличаются отъ погрѣшностей наблюденія; поэтому довѣрія полученная величина звѣзднаго параллакса заслуживаетъ въ томъ лишь случаѣ, если она подтверждена разными наблюдателями и разными способами наблюденія. Но подобныя надежныя значенія параллаксовъ получены только для небольшого числа звѣздъ. По мнѣнію авторитетнаго въ данномъ вопросѣ С. К. Костинскаго, реальный абсолютный параллаксъ въ 0″.05 въ настоящее время можетъ быть обнаруженъ при тщательномъ изслѣдованіи даже однимъ способомъ; для звѣздъ же съ меньшимъ параллаксомъ можно лишь, примѣняя многочисленныя наблюденія и притомъ разными способами, указать болѣе или менѣе узкіе предѣлы, между которыми этотъ параллаксъ долженъ заключаться.

По численному значенію всѣ параллаксы звѣздъ значительно меньше 1″. Только у двухъ звѣздъ: у очень яркой α Центавра и у ея маленькой сосѣдки, звѣздочки 11-й величины, параллаксъ составля-

етъ 0″.76. Всѣ же остальные — не больше полусекунды, а вообще значительно меньше. Звѣзды съ параллаксомъ не менѣе 0″.1 встрѣчаются рѣдко; по мнѣнію Каптейна, настолько близкихъ къ намъ изъ всѣхъ звѣздъ до 10-й величины — всего въ числѣ около 800 000, — должно заключаться лишь около 450.

Что же, однако, представляетъ эта близость звѣздъ въ привычныхъ намъ единицахъ разстоянія? Звѣзды въ дѣйствительности такъ невообразимо отдалены отъ насъ, что никакія обычныя линейныя мѣры здѣсь не могутъ быть съ наглядностью использованы. Поэтому, въ качествѣ единицы длины, при измѣреніи разстояній звѣздъ, примѣняютъ то разстояніе, которое проходитъ свѣтъ въ теченіе одного года. Извѣстно, что скорость свѣта въ секунду составляетъ около 300 000 километровъ. При этой скорости параллаксу въ 1″ соотвѣтствуетъ разстояніе въ 3¼ свѣтовыхъ года. Слѣдовательно, ближайшія изъ звѣздъ — α Центавра и ея сосѣдка — находятся отъ насъ на разстояніи 4.3 свѣтовыхъ года; остальныя звѣзды, параллаксы которыхъ уже найдены, находятся на значительно большихъ разстояніяхъ. Въ позднѣйшее время часто пользуются еще, какъ мѣрой длины, той единицей разстоянія, для которой параллаксъ составляетъ 1″.00. Эту единицу называютъ „парсекомъ“ (параллаксъ-секунда) [1]). Свѣтовой годъ составляетъ 0.31 парсека, и ближайшая къ намъ звѣзда α Центавра отстоитъ на 1.3 парсека.

Раньше чѣмъ приступить къ болѣе детальному просмотру найденныхъ разстояній звѣздъ, обратимъ вниманіе читателя на то, что до сихъ поръ, какъ уже отчасти упоминалось, для опредѣленій параллаксовъ звѣзды брались съ нѣсколько искусственнымъ подборомъ. Понятно, что наблюдателямъ пріятно было получить результатъ отъ своей работы, и поэтому они изслѣдовали такія звѣзды, у которыхъ напередъ подозрѣвалась сравнительная близость. Такими же звѣздами являются, во-первыхъ, болѣе яркія изъ нихъ, такъ какъ естественно предполагать, что яркость ихъ вызывается близкимъ къ намъ расположеніемъ; во-вторыхъ, такія, которыя обладаютъ быстрымъ перемѣщеніемъ по небу, такъ какъ эта видимая быстрота можетъ быть также объяснена близостью звѣзды.

Мы приведемъ теперь списокъ наиболѣе близкихъ къ намъ звѣздъ, параллаксы которыхъ можно считать сравнительно надежно опредѣленными. Въ нашей таблицѣ звѣзды обозначены по созвѣздіямъ, частью же по именамъ составителей звѣздныхъ росписей, съ приведеніемъ и номера звѣзды по такому каталогу.

---

[1]) *Прим.* Иногда еще примѣняется тождественная съ парсекомъ мѣра Sternweite (по Костинскому — звѣздная единица). Кромѣ того, пользуются еще мѣрой, соотвѣтствующей параллаксу въ 0″.2, или пяти парсекамъ: Зеелигеръ называетъ такую мѣру Сиріусовымъ разстояніемъ, а Шарлье—Сиріометромъ. Введеніе такого количества терминовъ, конечно, является нежелательнымъ.

Названіе звѣзды.		Величина.	Параллаксъ.	Разстояніе въ свѣт. годахъ.
α Центавра	(дв.)	0.3;1.7	0″.76	4.3
Звѣзда Innes'a		11	0.76	4.3
Munich (1) 15040 (зв. Барнарда)		9.5	0.50	6.5
Lalande 21185		7.6	0.40	8
Сиріусъ		—1.6	0.38	9
61 Лебедя	(дв.)	5.6;6.6	0.35	9
ε Эридана		3.8	0.33	10
τ Кита		3.6	0.32	10
Проціонъ		0.5	0.32	10
Gould Z.C. 5^h.243		8.3	0.32	10
Struve 2398		8.8	0.30	11
Lacaille 9352		7.4	0.29	11
Groombridge 34		8.2	0.28	12
ε Инда		4.7	0.28	12
Arg.—Oelt. (N) 17415		9.3	0.27	12
Krüger 60		9.2	0.26	13
η Кассіопеи		3.6	0.25	13
Lalande 21258		8.9	0.23	14
Lalande 26481		7.9	0.22	15
Argel.—Oeltz. 17415		9.3	0.22	15
σ Дракона		4.8	0.22	15
Альтаиръ		0.9	0.20	16
o^2 Эридана		4.5	0.19	17
δ Эридана		3.3	0.19	17
70 p. Офіуха	(дв.)	4.3;6.0	0.18	18
Lalande 46650		8.9	0.18	18
Groombridge 1618		6.8	0.18	18
Lacaille 46650		8.9	0.18	18
Lalande 25372		8.7	0.17	19
Piazzi 14^h.212	(дв.)	5.8;7.2	0.17	19
Weise 5^h.592		8.9	0.17	19
ξ Больш. Медвѣдицы	(дв)	4.4;4.9	0.17	19
Федоренко 1457—8		7.9	0.16	20
Argel.—Oeltz. 11677		9.2	0.16	20
e Эридана		4.3	0.16	20
Lalande 18115	(дв.)	7.9;7.9	0.16	20
Mayer 20		5.8	0.16	20
Weise 4^h.1189		6.5	0.15	22
Lalande 1299		5.8	0.15	22
54 Рыбъ		6.1	0.15	22
Bradley 3077		5.6	0.15	22
ζ Тукана		4.3	0.15	22

Названіе звѣзды.	Величина.	Параллаксъ.	Разстояніе въ свѣт. годахъ.
β Гидры	2.8	0.14	23
Lalande 26196	7.6	0.14	23
Groombridge 1830	6.5	0.14	23
Фомальгаутъ	1.3	0.14	23
μ Кассіопеи	5.3	0.14	23
ζ Геркулеса	3.0	0.14	23
Lalande 4803	5.9	0.14	23
Piazzi 2^h.123	5.9	0.14	23
Groningen VII, N 20	10.7	0.13	23
17 Лиры	10.3	0.13	25
Федоренко 1831	7.7	0.12	27
41 H Андромеды	5.1	0.12	27
72 W Геркулеса	5.4	0 12	27
Weise 17^h.322	7.8	0.12	27
δ Треугольника	5.1	0.12	27
Piazzi 5^h.146	6.4	0.11	30
λ Возничаго	4.8	0.11	30
43 Вол. Вереники	4.3	0.11	30
Персея	4.2	0.11	30
μ Геркулеса	3.5	0.11	30
Lalande 16304	6.0	0.11	30
Lalande 26196	7.6	0.11	30

Разсмотрѣніе этой таблицы обнаруживаетъ нѣкоторые интересные факты, которые подтверждаются также и болѣе широкими матеріалами.

Такъ, прежде всего, видно, что среди ближайшихъ къ намъ звѣздъ лишь немного болѣе, чѣмъ половина, видны невооруженнымъ глазомъ; остальныя же принадлежатъ къ числу телескопическихъ. Но при этомъ нельзя упускать изъ виду, что едва ли всѣ слабыя звѣзды, въ дѣйствительности близко расположенныя къ намъ, уже обнаружены. Напримѣръ, по исчисленію Эддингтона, нѣкоторыя изъ звѣздъ съ параллаксами въ 0″.05 и даже больше, т.-е. очень близкія къ намъ, имѣютъ яркость не болѣе, чѣмъ 12 звѣздной величины; но столь слабыя звѣзды еще вовсе не подвергались обслѣдованію въ отношеніи параллаксовъ; вообще же, по его исчисленію, вблизи отъ насъ должно находиться около 2000 звѣздъ съ параллаксами въ 0″.05 и болѣе, изъ которыхъ значительная часть слабѣе 10-й величины. Отсюда можно видѣть, что въ ближайшихъ къ Солнцу окрестностяхъ вселенной разбросаны какъ яркія звѣзды, такъ и слабыя, а нѣкоторыя изъ звѣздъ, видимыхъ просто глазомъ, въ дѣйствительности находятся въ очень отдаленныхъ областяхъ вселенной.

Изъ очень же яркихъ звѣздъ только пять дѣйствительно близки къ намъ, а именно: α Центавра (0″.76), Сиріусъ (0″.38), Проціонъ (0″.32), Альтаиръ (0″.20) и Фомальгаутъ (0″.14). Изъ всего числа звѣздъ 1—2 величины лишь 14% находятся отъ насъ на разстояніи не свыше 30 лѣтъ свѣтопрохожденія. Параллаксы же остальныхъ изъ самыхъ яркихъ звѣздъ таковы:

Вега	0″.09
Капелла	0.07
Арктуръ	0.07
Альдебаранъ	0.07
Поллуксъ	0.06
Ахернаръ	0.05
α Южн. Креста	0.05
β Центавра	0.04
Бетельгейзе	0.03
Антаресъ	0.03
Регулусъ	0.03
Ригель	0.01
Канопусъ	0.00
Денебъ	0.00

Для большей наглядности приведемъ нѣсколько данныхъ, выражающихъ абсолютную яркость нѣкоторыхъ изъ близкихъ къ намъ звѣздъ, при чемъ абослютная яркость Солнца принята за единицу.

Звѣзда.	Видимая величина.	Абсолютная яркость.	Звѣзда.	Видимая величина.	Абсолютная яркость.
α Центавра	0.3;1.7	2.0;0.6	Lalande 25372	8.7	0.017
Lalande 21185	7.6	0.009	Piazzi 14^h.212	5.8;7.2	0.26
Сиріусъ	—1.6	48.0	е Эридана	4.3	1.15
61 Лебедя	5.6;6.6	0.10	Mayer 20	5.8	0.28
ε Эридана	3.8	0.79	54 Рыбъ	6.1	0.26
τ Кита	3.6	0.50	Bradley 3077	5.6	0.45
Проціонъ	0.5	9.7	ζ Тукана	4.3	1.3
Struve 2898	8.8	0.006	β Гидры	2.8	5.4
Arg. Oeltz. 17415	9.3	0.004	Фомальгаутъ	1.3	25.0
Krüger 60	9.2	0.005	μ Кассіопеи	5.3	1.0
η Кассіопеи	3.6	1.4	ζ Геркулеса	3.0	5.0
Lalande 21258	8.9	0.011	Piazzi 2^h.123	5.9	0.33
σ Дракона	4.8	0.5	17 Лиры	10.3	0.003
Альтаиръ	0.9	12.3	δ Треугольн.	5.1	1.0
δ Эридана	3.3	2.1	Piazzi 5^h.146	6.4	0.32
70 Офіуха	4.3;6.0	1.1	λ Возничаго	4.8	1.5
Groombridge 1618	6.8	0.09	43 Вол. Верен.	4.3	2.2

Изъ приведенной таблицы видно, что среди ближайшихъ къ намъ звѣздъ колебанія абсолютной яркости заключены между 48.0 (Сиріусъ) и 0.003 (17 Лиры) такихъ единицъ, какъ Солнце. Однако, эти границы должны быть, безъ сомнѣнія, расширены въ обѣ стороны. Во-первыхъ, болѣе малыя по абсолютной яркости звѣзды представляются столь слабыми, что онѣ еще не были подвергнуты параллактическому обслѣдованію. Съ другой стороны, обнаружены звѣзды, абсолютная яркость которыхъ еще значительно выше, чѣмъ Сиріуса; напр., Антаресъ въ 180, Ригель и Канопусъ — не менѣе какъ въ 2000 разъ и т. д.

Отсюда видно, что вообще звѣзды не равны между собою по яркости; слѣдовательно, разница въ ихъ блескѣ не можетъ быть объяснена только однимъ ихъ разстояніемъ, особенно если принимать еще во вниманіе вліяніе разнообразія въ окраскѣ звѣздъ. Однако, если это и вѣрно въ отношеніи каждой отдѣльной звѣзды, то обстоитъ иначе, если брать во вниманіе среднія изъ значительнаго ихъ количества. Если принять въ разсчетъ среднія значенія для большого числа звѣздъ, то, конечно, окажется, что болѣе яркія звѣзды ближе къ намъ, чѣмъ менѣе яркія. Поэтому, при разсмотрѣніи большого количества звѣздъ, яркость можетъ давать указанія на среднее ихъ разстояніе. Изслѣдуя соотношенія между яркостью звѣздъ и ихъ разстояніемъ, Каптейнъ нашелъ, что въ среднемъ можно принять такую между ними зависимость: [1])

Величина.	Параллаксъ.
1	0″.0414
2	0.0323
3	0.0252
4	0.0196
5	0.0153
6	0.0120
7	0.0093
8	0.0073
9	0.0057

Продолжая эту таблицу, можно найти для звѣздъ 12-й величины разстояніе въ 1300 свѣтовыхъ лѣтъ для 14-й — 2300 лѣтъ и т. д. Быть можетъ, излишне и пояснять, что всѣ эти числа имѣютъ лишь очень приближенную точность.

Другой критерій, примѣнявшійся при выборѣ звѣздъ для опредѣленія параллакса — быстрота перемѣщенія звѣздъ по небу, — оказывается болѣе надежнымъ указателемъ звѣзднаго разстоянія. Поэтому среднія величины параллаксовъ звѣздъ получаются болѣе точно, если принимать во вниманіе не только яркость звѣздъ, но и такъ называемое собственное ихъ движеніе.

---

[1]) *Прим.* Приводятся исправленныя Эддингтономъ значенія, съ принятіемъ въ разсчетъ величины солнечнаго движенія въ 19.5 килом.

Изъ параллактическихъ измѣреній обнаруживается зависимость, существующая между спектральнымъ типомъ и разстояніемъ звѣздъ. Это наглядно замѣтно изъ нижеприводимой таблицы, гдѣ даны средніе параллаксы, основанные на примѣненіи значительнаго количества звѣздъ съ измѣреннымъ разстояніемъ. Въ подсчетахъ Кэмпбелля средняя величина звѣздъ=4.3, а у Джонса (Jones)=6.8.

Кэмпбелль.			Джонсъ.		
Спектр. типъ.	Среднiй параллаксъ.	Число звѣздъ.	Спектр. типъ.	Среднiй параллаксъ.	Число звѣздъ.
B 0 — B 5	0″.0061	312	B 0 — B 5	0″.0031	11
B 8 — B 9	0.0129	90	B 8 — A 4	0.0058	188
A	0.0166	172	A 5 — F 9	0.0110	187
F	0.0354	180	G 0 — G 5	0.0076	141
G	0.0223	118	G 6 — M	0.0056	140
K	0.0146	346			
M	0.0106	71			

Изъ этихъ, а также изъ другихъ, не приводимыхъ здѣсь, данныхъ видно, что звѣзды ранняго типа отъ насъ болѣе удалены; затѣмъ идетъ ихъ приближеніе (параллаксы увеличиваются) до типовъ F и G; потомъ разстояніе снова увеличивается и является наибольшимъ для класса M. Конечно, не слѣдуетъ понимать буквально, что близъ насъ находятся звѣзды одного спектральнаго типа, а вдали другого,—предыдущая таблица, относящаяся къ самымъ близкимъ отъ насъ звѣздамъ, достаточно поясняетъ, что и близъ насъ перемѣшаны звѣзды разныхъ типовъ,—но надо понимать такимъ образомъ, что звѣзды одного типа разбросаны вокругъ насъ въ сферѣ большого радіуса, чѣмъ звѣзды другого типа. На этомъ вопросѣ намъ еще придется останавливаться.

Разнообразіе разстояній, встрѣчаемое въ звѣздной вселенной, учитъ насъ, между прочимъ, тому, что мы никогда не видимъ современнаго намъ состоянія неба. Мы видимъ только исторію, относящуюся къ разнообразнымъ эпохамъ. Ближайшія изъ звѣздъ мы видимъ въ положеніи и по блеску такими, какъ то было 4.3 лѣтъ назадъ и т. д.; отдаленнѣйшія же изъ доступныхъ наблюденіямъ звѣздъ видны въ томъ мѣстѣ и такой яркости, какими онѣ были десятки тысячъ лѣтъ назадъ. Въ свою очередь отъ какой-нибудь звѣзды, отстоящей отъ насъ, напримѣръ, на двѣ тысячи лѣтъ свѣтопрохожденія, могли бы видѣть Землю и Солнце такими, какими онѣ были около эпохи Рождества Христова. И когда мы видимъ воспламененіе временной звѣзды или ея погасаніе, мы видимъ то, что было давно, задолго до того, когда до насъ дошли свѣтовыя вѣсти о происходящей съ этимъ небеснымъ тѣломъ катастрофѣ.

VI.

Движеніе звѣздъ.

1. Движеніе звѣздъ вообще.

Разстоянія звѣздъ, ихъ яркости, характеръ спектра,—все это уже приближаетъ насъ къ ознакомленію со зданіемъ вселенной. Но только съ такими данными мы увидѣли бы это зданіе лишеннымъ жизни. А, между тѣмъ, оно населено, въ немъ есть жизнь, и она обнаруживается съ того момента, когда въ зданіи вселенной замѣчено будетъ движеніе.

Изстари свѣтила небесныя раздѣлялись на два главныхъ вида: на неподвижныя, или звѣзды, и на движущіяся, или планеты. Идея о неподвижности звѣздъ—однѣхъ относительно другихъ — вытекала, конечно, изъ представленія древнихъ о твердомъ небесномъ сводѣ, къ которому будто бы прикрѣплены звѣзды. Однако, съ развитіемъ астрономическихъ знаній, идеи о какой бы то ни было неподвижности во вселенной постепенно разрушались. Коперникъ заставилъ пасть поколебленную отчасти и его предшественниками идею о неподвижности Земли. Позже была поколеблена идея о неподвижности Солнца и всѣхъ остальныхъ звѣздъ. Теперь можно утверждать, что на небесномъ сводѣ нѣтъ ничего неподвижнаго. Движеніе есть всеобъемлющій законъ, царящій во вселенной, которому подчинены всѣ безъ исключенія тѣла, обитающія въ небесномъ пространствѣ.

По отношенію къ намъ, занимающимъ случайное положеніе во вселенной, звѣздныя движенія должны происходить въ разнообразныхъ направленіяхъ. Однѣ звѣзды движутся, преимущественно приближаясь или удаляясь отъ Земли. Другія перемѣщаются преимущественно перпендикулярно къ тому же направленію. Однако, всякое движеніе, въ какомъ бы направленіи оно ни происходило, можетъ быть разложено на два: одно, направленное перпендикулярно къ лучу зрѣнія отъ Земли къ звѣздамъ, и другое, направленное по этому лучу зрѣнія (рис. 65). Если извѣстны для какой-нибудь звѣзды обѣ эти соста-

вляющія, можно вычислить какъ дѣйствительную величину движенія данной звѣзды, такъ и направленіе ея движенія.

Первая изъ этихъ составляющихъ движенія происходитъ, какъ понятно, по небесной сферѣ. Это движеніе, слѣдовательно, можетъ быть обнаружено, если наблюдать, какимъ образомъ съ теченіемъ времени измѣняетъ звѣзда свое положеніе на небѣ. Такое перемѣщеніе звѣзды принято называть ея „собственнымъ движеніемъ". Къ этому названію давно уже привыкли, но оно является, конечно, не вполнѣ правильнымъ, такъ какъ относится лишь къ одной части дѣйствительнаго собственнаго движенія звѣзды. Какъ понятно, это движеніе не можетъ быть вообще выражено въ линейныхъ мѣрахъ, кромѣ тѣхъ немногихъ случаевъ, когда разстоянія движущихся звѣздъ извѣстны. Поэтому его выражаютъ въ угловыхъ мѣрахъ.

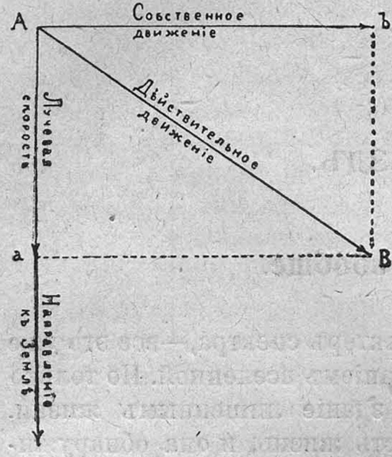


Рис. 65. Дѣйствительное движеніе звѣздъ.

Перемѣщеніе же звѣздъ по лучу зрѣнія измѣряется при помощи спектроскопа методомъ, составляющимъ одно изъ самыхъ изящныхъ пріобрѣтеній науки. Эту часть звѣзднаго движенія называютъ лучевымъ движеніемъ, или лучевой скоростью. Послѣдняя скорость уже можетъ быть прямо выражена въ какихъ угодно линейныхъ мѣрахъ; она выражается обыкновенно въ километрахъ.

Мы остановимся сначала на собственномъ движеніи звѣздъ.

1. Собственное движеніе звѣздъ.

Наши дальніе предки, современники хотя бы начала Русскаго государства, или даже болѣе древніе, жившіе около эпохи Рождества Христова, видѣли бы на небѣ тѣ же узоры созвѣздій, какими любуемся мы. Но иной видъ представляло звѣздное небо человѣкоподобнымъ существамъ, впервые появившимся на нашей планетѣ. И, въ свою очередь, наблюдатель тѣхъ невѣдомыхъ временъ, которыя наступятъ черезъ сотни тысячъ или черезъ милліоны лѣтъ будетъ уже тщетно искать нашу Большую Медвѣдицу или Оріона. Звѣзды останутся тѣ же, но сочетаніе ихъ на небѣ не будетъ уже походить на современные намъ звѣздные хороводы.

Медленность въ измѣненіи звѣздныхъ положеній и была причиной, благодаря которой собственныя движенія звѣздъ были обнаружены всего лишь около двухъ вѣковъ назадъ. Перемѣщеніе по небу

планетъ солнечной системы внимательный наблюдатель замѣтитъ просто глазомъ въ 1—2 дня; въ телескопъ то же перемѣщеніе обнаружится въ 1—2 минуты. Но звѣзды такъ далеки, что даже ближайшія изъ нихъ отстоятъ отъ насъ въ десятки и сотни тысячъ разъ далѣе, чѣмъ планеты. И во столько же разъ большій срокъ нуженъ былъ бы для обнаруженія ихъ движеній. Невооруженный глазъ замѣтилъ бы звѣздное движеніе только черезъ нѣсколько тысячелѣтій.

Очевидно, что для обнаруженія такихъ малыхъ измѣненій въ положеніи звѣздъ, нужно было уже нѣкоторое совершенство какъ инструментовъ, такъ и методовъ наблюденія. И то и другое со временемъ все улучшается, и теперь для обнаруженія собственнаго движенія многихъ звѣздъ достаточно 1—2 лѣтъ. Очевидно также, что для сравненія положеній звѣздъ между собою необходимо располагать возможно точными каталогами звѣздъ. Ихъ довольно много въ настоящее время, и во всякомъ случаѣ достаточно для обнаруженія собственнаго движенія любой изъ яркихъ звѣздъ. Но не такъ еще давно въ наблюденіяхъ ощущался большой недостатокъ.

Однако, и современныя намъ относительныя богатства матеріаловъ еще чрезвычайно далеки отъ предоставленія возможности удовлетворить требованіямъ задачи. Наши точные и обширные каталоги захватываютъ лишь небольшую частицу общаго количества наблюдаемыхъ на небѣ звѣздъ. Мы озираемся въ незначительной капелькѣ мірового пространства, а за этой каплей еще цѣлый его океанъ.

Вмѣстѣ съ тѣмъ наука дошла до такого фазиса, когда извлеченіе результатовъ изъ накопляемыхъ фактовъ становится задачей, все менѣе доступной самимъ собирателямъ фактовъ. Дѣйствительные плоды современныхъ наблюденій, особенно наблюденій фотографическихъ, соберутъ уже наши потомки.

Открытіе въ началѣ XVIII-го вѣка движенія звѣздъ по небу принадлежитъ англійскому астроному Галлею. Имя Галлея всѣмъ памятно по названной въ честь его кометѣ, которая наблюдалась въ послѣдній разъ въ 1910 г. Сравнивая современныя ему положенія нѣкоторыхъ звѣздъ съ тѣми, которыя указывались Птолемеемъ въ Альмагестѣ на основаніи наблюденій Гиппарха, произведенныхъ за двѣ тысячи лѣтъ назадъ, Галлей замѣтилъ въ положеніяхъ звѣздъ значительную разницу. Эта разница была такъ велика, что ее нельзя было объяснить ни ошибками наблюденія ни описками переписчиковъ: Альдебаранъ оказался смѣшеннымъ на $^1/_5$ часть луннаго діаметра, Сиріусъ на $1^1/_2$, а Арктуръ еще болѣе—почти на $2^1/_2$ лунныхъ діаметра. Приходилось заключить о реальности звѣздныхъ движеній.

Вскорѣ это открытіе было подтверждено съ болѣе точными матеріалами. Важную роль въ развитіи знаній о собственномъ движеніи

звѣздъ сыграли постепенно составлявшіеся каталоги съ точными положеніями звѣздъ. Особенное значеніе имѣлъ извѣстный уже читателю каталогъ Брадлея (стр. 50). Такимъ образомъ, число звѣздъ, съ удостовѣреннымъ у нихъ собственнымъ движеніемъ постепенно возрастало. Въ настоящее время уже извѣстно собственное движеніе около десятка тысячъ звѣздъ. Это, конечно, очень мало по сравненію съ общимъ ихъ количествомъ, но съ теченіемъ времени число звѣздъ съ обнаруженнымъ собственнымъ движеніемъ продолжаетъ увеличиваться со все возрастающей быстротой, и, вмѣстѣ съ тѣмъ, увеличивается также и качество опредѣленій, въ смыслѣ улучшенія ихъ точности.

Въ послѣднее время получило извѣстное значеніе опредѣленіе собственнаго движенія звѣздъ стереоскопически, при помощи прибора, позволяющаго подвергать измѣреніямъ стереоскопическій эффектъ. При помощи этого прибора, называемаго стереокомпараторомъ, разсматриваютъ два небесныхъ фотографическихъ снимка, полученные въ отдаленныя между собою эпохи—обыкновенно въ нѣсколько лѣтъ или болѣе. Если никакого смѣщенія звѣздъ — однѣхъ относительно другихъ — не было, то всѣ звѣзды представятся, при разсмотрѣніи въ стереокомпараторъ, въ одной плоскости, перпендикулярной къ лучу зрѣнія. Но если какая нибудь звѣзда замѣтно сдвинулась, она будетъ казаться парящей въ пространствѣ впереди или позади плоскости, образуемой среднимъ изображеніемъ звѣздъ, движеніе которыхъ оказывается ничтожнымъ. Измѣняя, съ помощью особаго приспособленія, это смѣщеніе изображенія движущейся звѣзды относительно средней плоскости, можно найти съ хорошей точностью ея собственное движеніе. Такія опредѣленія производятся въ настоящее время, между прочимъ, въ Пулковской обсерваторіи, гдѣ С. К. Костинскому (рис. 66) удалось, при помощи стереокомпаратора, открыть и измѣрить не мало новыхъ собственныхъ звѣздныхъ движеній.



Рис. 66. С. К. Костинскій.

Какъ мы уже говорили, собственное движеніе звѣздъ весьма незначительно. Изъ числа опредѣленныхъ движеній самымъ быстрымъ оказалось принадлежащее одной звѣздочкѣ 9.5-й величины, мѣсто которой на небѣ опредѣляется координатами $\alpha = 17$ ч. 54 м., $\delta = +4^\circ 27'5$. Эта звѣздочка перемѣщается въ годъ на $10''.3$ Понадобилось бы около 180 лѣтъ, чтобы она сдвинулась на разстояніе, равное діаметру Луны. Но такая скорость—совершенно исключительная. Всякая же

звѣзда, взятая наудачу, прошла бы то же разстояніе развѣ только въ десятокъ—другой тысячелѣтій. Звѣздъ, перемѣщающихся по своду не меньше, какъ на 2″ въ годъ, насчитывается только около трехъ десятковъ; не меньшое, чѣмъ 0″.50—около шести сотъ; вся же масса остальныхъ движется много медленнѣе, въ среднемъ со скоростью въ нѣсколько секундъ дуги въ теченіе ста лѣтъ.

Если взять среднія изъ большого количества звѣздъ, то оказывается, что звѣзда вообще движется тѣмъ быстрѣе, чѣмъ она ярче, и наоборотъ. Этого, конечно, слѣдовало и ожидать, если считать, что болѣе яркія звѣзды въ дѣйствительности ближе къ намъ; болѣе же близкія звѣзды и кажутся быстрѣе перемѣщающимися по небу. Въ среднемъ движеніе звѣздъ 1—2 величины составляетъ въ годъ 0″.22, звѣздъ 4-й величины—0″.14, а 7-й величины только 0″.09 и т. д. Однако, въ отдѣльныхъ случаяхъ наблюдаются очень сильныя уклоненія отъ общаго правила. Такъ, изъ звѣздъ 1-й величины быстрыми движеніями (болѣе 2″) обладаютъ лишь α Центавра (3″.7) и Арктуръ (2″.3). Сиріусъ и Проціонъ имѣютъ годовое движеніе въ 1″.3, но уже Антаресъ и Спика обладаютъ годовой скоростью меньше 0″.1. Съ другой стороны, самое быстрое движеніе, какъ уже упоминалось, имѣетъ звѣздочка 9.5-й величины, и среди вообще крупныхъ звѣздныхъ движеній большая часть приходится на долю телескопическихъ звѣздъ. Это преобладаніе, конечно, вызывается несравненно большимъ числомъ телескопическихъ звѣздъ по сравненію съ яркими, вслѣдствіе чего первыя даютъ и большее число быстро движущихся своихъ представителей. Впрочемъ, собственныя движенія звѣздъ, болѣе слабыхъ, чѣмъ 7-й величины, еще почти не затронуты изслѣдованіями.

Но что заслуживаетъ серьезнаго вниманія,—это зависимость между величиной собственнаго движенія звѣзды и ея разстояніемъ, о чемъ мы уже упоминали. Значительная величина движенія служитъ надежнымъ признакомъ близости звѣзды, если разстояніе ея не извѣстно. По мнѣнію Эддингтона, у звѣзды, имѣющей годовое собственное движеніе не менѣе 0″.02, есть напередъ основаніе ожидать параллакса около 0″.05.

Приводимъ таблицу, заключающую звѣзды, которыя обладаютъ собственнымъ движеніемъ не менѣе 2″ въ годъ.

Названіе звѣзды.	Величина.	Прямое восх. 1900.		Склоненіе 1900.		Собств. движ.
Munich I, 15040 (Barnard)	9.5ᵐ·	17ч.	54м.	+40°	27′	10″.3
Cordoba L. 5ʰ·243	8.3	5	8	—45	3	8.7
Groombridge 1830	6.5	11	47	+38	26	7.1
Lacaille 9352	7.4	22	59	—36	26	6.9
Cord. G. C. 32416	8.3	0	0	—37	51	6.2
61¹ Лебедя	5.6	21	2	+38	15	5.2
62² Лебедя	6.3	21	2	+38	15	5.2

Названіе звѣзды.	Величина.	Прямое восх. 1900.		Склоненіе 1900.		Собств. движ.
Lalande 21185	7.6	10ч.	58м.	+36°	38′	4″.7
ε Инда	4.7	21	56	—57	12	4.7
Lalande 21258	8.9	11	1	+44	2	4.5
o^2 Эридана	4.5	4	11	— 7	49	4.1
μ Кассіопеи	5.3	1	2	+54	26	3.8
Arg. - Weiss 11702	9.6	15	5	—15	59	3.7
„ „ 11703	9.2	15	5	—15	54	3.7
α Центавра	0.1	14	33	—60	25	3.7
Звѣзда Innes'a	11.0	14	23	—62	2	3.9
Lacaille 8760	6.7	21	11	—39	15	3.4
e Эридана	4.3	3	16	—43	27	3.1
Arg. - Oeltz. 11677	9.2	11	15	+66	23	3.0
Groombridge 34	8.2	0	13	+43	27	2.9
Lacaille 661	6.5	2	6	—51	19	2.4
Piazzi 2h·123	5.9	2	31	+ 6	25	2.3
Lalande 25372	8.7	13	41	+15	26	2.3
Struve P. M. 2164.	8.8	18	42	+59	26	2.3
Арктуръ	0.2	14	11	+19	42	2.3
Weisse I 5h·592	8.9	5	26	— 3	42	2.2
Lalande 7443	8.6	3	57	+35	2	2.2
β Гидры	2.9	0	21	—77	49	2.2
Bradley 3077	5.6	23	8	+56	37	2.1
Piazzi 14h·212	5.8	14	52	—20	58	2.0
ζ Тукана	4.3	0	15	—65	28	2.0
Weisse I 9h·954	9.3	9	46	—11	49	2.0
Lalande 15290	8.2	7	47	+30	55	2.0

Въ этомъ спискѣ большого вниманія заслуживаютъ двѣ звѣзды α Центавра и отстоящая отъ нея на 2° 12′ маленькая звѣздочка 11-й вел. (фотографически 13-й), открытая, въ качествѣ быстро движущейся, недавно Иннесомъ (Innes). Обѣ эти звѣзды, несмотря на громадное различіе въ блескѣ, оказываются на одномъ и томъ же разстояніи и обладаютъ одинаковымъ, по величинѣ и по направленію, собственнымъ движеніемъ. Естественно напрашивается подозрѣніе о томъ, что обѣ звѣзды физически связаны между собой.

Всѣ наблюденныя до сихъ поръ собственныя движенія звѣздъ представляются совершенно прямолинейными. Но отсюда было бы неправильнымъ заключить о дѣйствительной прямолинейности ихъ путей. Наши наблюденія такъ кратковременны и охватываютъ столь незначительный отрѣзокъ звѣздныхъ орбитъ, а орбиты эти такъ колоссальны и описываются въ столь громадные промежутки времени, что, конечно, никакой кривизны въ этихъ отрѣзкахъ не было еще возможности обнаружить.

2. Лучевое движеніе.

Какъ мы уже говорили, для знанія дѣйствительнаго движенія звѣздъ, надо опредѣлить еще лучевое ихъ движеніе, или ту скорость, съ которой звѣзды приближаются или удаляются къ намъ.

Это движеніе, при которомъ звѣзда вовсе не мѣняетъ своего относительнаго мѣста на небѣ, нельзя было бы измѣрить обычными астрономическими способами. Даже о самомъ существованіи такого движенія звѣзды мы могли бы узнать только по измѣненію ея яркости. Однако, измѣненіе звѣзднаго блеска, если бы къ измѣренію его примѣнять способы той точности, которые находятся сейчасъ въ распоряженіи астрономовъ,—могло бы быть обнаружено развѣ только черезъ тысячелѣтія. Но лучевое движеніе сравнительно легко и быстро опредѣляется при помощи спектроскопа.

Опредѣленіе скоростей лучевого движенія звѣздъ производится на основаніи того измѣненія, которое при этомъ движеніи происходить въ ихъ спектрѣ. Именно, Фраунгоферовы линіи въ спектрѣ движущагося тѣла смѣщаются въ ту или другую сторону, въ то время какъ въ спектрѣ неподвижнаго источника свѣта онѣ занимаютъ опредѣленное и неизмѣнное положеніе. Если излучающее свѣтъ тѣло приближается къ намъ, то Фраунгоферовы линіи смѣщаются въ направленіи фіолетовой части спектра. Если источникъ свѣта удаляется отъ насъ, тѣ же линіи смѣщаются въ направленіи красной части спектра.

Эти процессы въ спектрѣ объясняются извѣстнымъ въ физикѣ и астрономіи принципомъ Допплера. Мы не будемъ здѣсь останавливаться на названномъ принципѣ подробно и не станемъ также объяснять, почему именно происходитъ вообще смѣщеніе Фраунгоферовыхъ линій въ ту или другую сторону спектра; эти процессы были нами уже подробно разсмотрѣны и объяснены въ другомъ нашемъ трудѣ [1]). Отмѣтимъ только нѣкоторыя особенныя преимущества спектроскопическаго способа опредѣленія движеній звѣздъ. Такъ, прежде всего, опредѣленіе лучевыхъ движеній не зависитъ отъ разстоянія свѣтила и опредѣляется при одной и той же яркости одинаково точно и для близкой и для далекой звѣзды. Затѣмъ, эти скорости опредѣляются прямо въ линейныхъ мѣрахъ, безъ предварительнаго нахожденія параллакса движущейся звѣзды. Въ то время какъ для обнаруженія собственныхъ движеній нужны наблюденія, отдѣленныя значительными промежутками времени, во всякомъ случаѣ измѣряемыми годами, для лучевыхъ движеній нерѣдко достаточно наблюденій въ теченіе одного часа или еще меньше.

---

[1]) См. В. В. Стратоновъ. Солнце, стр. 64.

Для опредѣленія величины и направленія лучевого движенія звѣзды, обыкновенно располагаютъ въ спектроскопѣ или въ спектрографѣ, — въ случаѣ спектральнаго фотографированія, — два спектра одинъ надъ другимъ. Это можетъ быть достигнуто такой установкой, когда, напримѣръ, черезъ одну половину щели спектроскопа пропускается свѣтъ отъ движущейся звѣзды, а черезъ другую—свѣтъ отъ какого-нибудь неподвижнаго источника: отъ Гейслеровой трубки и пр. Въ полученныхъ такимъ образомъ двухъ спектрахъ, отъ звѣзды и отъ Гейслеровой трубки, сравниваютъ между собой расположеніе спектральныхъ линій одного и того же химическаго элемента. Если эти линіи совпадаютъ, то, можно заключить, что въ звѣздѣ нѣтъ лучевого движенія, или же оно настолько мало, что современными средствами не можетъ быть обнаружено. Смѣщеніе же Фраунгоферовыхъ линій звѣзднаго спектра въ сторону краснаго или въ сторону фіолетоваго цвѣтовъ спектра указываетъ: въ первомъ случаѣ на удаленіе отъ насъ звѣзды, а во второмъ на приближеніе ея къ намъ. Точное опредѣленіе величены смѣщенія линій, сдѣланное измѣреніемъ подъ микроскопомъ на фотографіи спектра—спектрограммѣ—или измѣреніемъ этого смѣщенія визуальнымъ способомъ даетъ возможность вычислить величину лучевого движенія звѣзды.

Обнаруженное спектроскопически движеніе не есть въ сущности только лишь одно звѣздное движеніе. Смѣщеніе линій показываетъ вообще на взаимное сближеніе или отдаленіе звѣзды и наблюдателя. Но этому сближенію такъ же содѣйствуетъ приближеніе звѣзды къ Землѣ, какъ и приближеніе Земли къ звѣздѣ (при движеніи въ пространствѣ Солнца, около котораго обращается Земля). Чтобы получить поэтому истинное лучевое движеніе звѣзды, надо изъ результата, полученнаго непосредственнымъ опредѣленіемъ, устранить вліяніе движенія наблюдательной станціи. Обыкновенно получаютъ величины лучевого движенія по отношенію къ Солнцу, исключивши вліяніе движенія Земли, при обращеніи ея по орбитѣ. Какъ не трудно понять, при годовомъ обходѣ вокругъ Солнца, Земля движется въ разныхъ направленіяхъ относительно звѣзды: приближаясь къ ней, оставаясь на неизмѣнномъ разстояніи и удаляясь отъ нея и т. д. Всѣ эти измѣненія въ направленіи движенія Земли наглядно отражаются на спектрограммахъ. Напримѣръ, на рис. 67-мъ изображена фотографія спектра одной изъ звѣздъ второго класса и притомъ фотограмма негативная, вслѣдствіе чего звѣздныя Фраунгоферовы линіи представляются свѣтлыми, а не черными; сверху и снизу трехъ звѣздныхъ спектрограммъ сфотографированы яркія (на негативѣ—темныя) линіи спектра сравненія—желѣза и водорода; среднее мѣсто спектрограммы занимаетъ водородная линія $H\gamma$ (λ 4341). Снимокъ А относится къ моменту, когда движеніе Земли направлено навстрѣчу звѣздѣ; поэтому быстрота ихъ сближенія наибольшая и смѣщеніе линій спектра

звѣзды по отношенію къ спектру сравненія также наибольшее. Во время снимка B, движеніе Земли было направлено перпендикулярно къ направленію движенія звѣзды; поэтому земное движеніе на смѣщеніе линій не вліяло, и послѣднее вызывалось только лучевымъ перемѣщеніемъ звѣзды. Въ положеніи C Земля двигалась вокругъ Солнца въ томъ же направленіи, какъ и звѣзда: поэтому на смѣщеніе спектральныхъ линій вліяла только разность ихъ скоростей, и потому самое смѣщеніе имѣетъ наименьшую величину.

Самыя величины смѣщеній спектральныхъ линій въ полѣ спектроскопа чрезвычайно малы. Въ теченіе долгаго времени удавалось въ сущности получать только одно указаніе на то, въ какомъ напра-

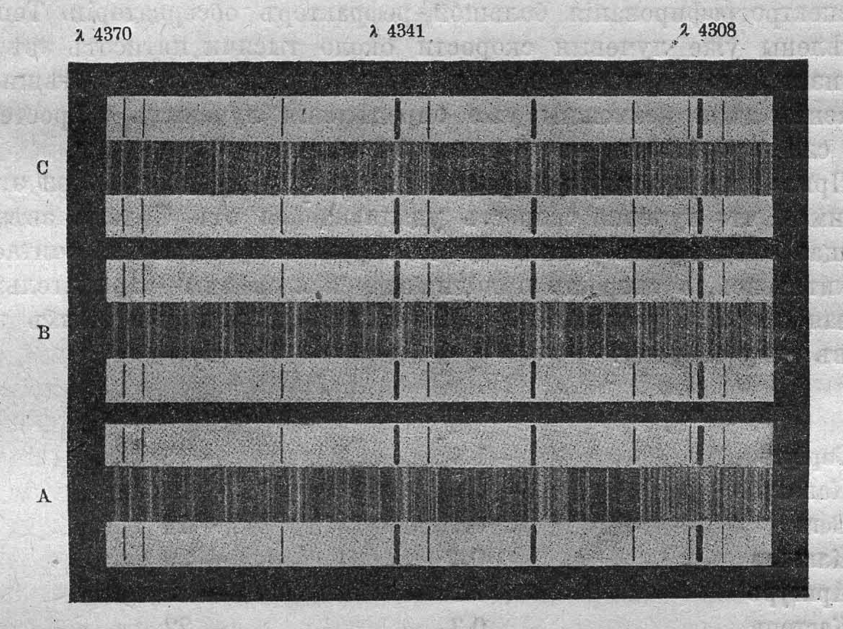


Рис. 67. Смѣщеніе спектральныхъ линій при движеніи звѣзды.

вленіи движется та или другая звѣзда относительно насъ. По мѣрѣ же улучшенія конструкціи спектроскоповъ и увеличенія ихъ мощности, въ особенности же съ примѣненіемъ къ этому дѣлу фотографіи, результаты стали получаться все болѣе удовлетворительными, и въ настоящее время неточность какого либо отдѣльнаго опредѣленія звѣзднаго движенія, при средней скорости перемѣщенія звѣзды въ нѣсколько десятковъ километровъ въ секунду, едва ли превзойдетъ одинъ километръ, а вѣроятнѣе, будетъ значительно меньше.

Предложеніе примѣнять разсматриваемый способъ къ опредѣленію звѣздныхъ движеній было впервые сдѣлано французскимъ физикомъ Физо еще въ 1848 году. Но первый, кому удалось получить въ

1867 году результаты новымъ способомъ, былъ извѣстный англійскій астрофизикъ Гэггинсъ, являющійся удачливымъ піонеромъ въ разныхъ астрофизическихъ вопросахъ (рис. 83). Развитіемъ точности въ опредѣленіяхъ скоростей движеній астрономія обязана нѣмецкому астрофизику Фогелю (рис. 44) въ Потсдамской обсерваторіи. Экспериментальное же доказательство правильности этого принципа лабораторнымъ опытомъ впервые было доставлено А. А. Бѣлопольскимъ въ Пулковской обсерваторіи.

Въ настоящее время наблюденія лучевыхъ звѣздныхъ движеній производятся въ рядѣ важнѣйшихъ обсерваторій и, между прочимъ въ Пулковской обсерваторіи А. А. Бѣлопольскимъ, примѣняющимъ для спектрографированія большой рефракторъ обсерваторіи. Теперь опредѣлены уже лучевыя скорости около тысячи пятисотъ звѣздъ, приблизительно до пятой звѣздной величины, хотя при нынѣшнемъ положеніи дѣла возможны уже опредѣленія лучевыхъ скоростей и болѣе слабыхъ звѣздъ,—до 8-й или 9-й величинъ.

Приведемъ примѣры скоростей болѣе яркихъ звѣздъ. При этомъ условимся, что лучевая скорость удаляющейся отъ Солнца звѣзды, имѣющая слѣдствіемъ увеличеніе между ними разстоянія, считается положительной, а скорость приближающейся звѣзды—отрицательной. Лучевая скорость указываетъ число километровъ, проходимыхъ звѣздой въ одну секунду.

Названіе.	Величина.	Лучевая скорость.
Сиріусъ	—1.6	— 8 кил.
Канопусъ	—0.9	+21
Вега	0.1	—14
Капелла	0.2	+30
Арктуръ	0.2	— 5
Касторъ	0.3	—22
Ригель	0.3	+23
Проціонъ	0.5	— 4
Альтаиръ	0.9	—33
Бетельгейзе	перем.	+21
Альдебаранъ	1.1	+55
Поллуксъ	1.2	+ 4
Антаресъ	1.2	— 3
Спика	1.2	+ 2
Фомальгаутъ	1.3	+ 7
α Персея	1.9	— 3
α^2 Близнецовъ	2.0	+ 6
α^1 „	2.8	— 1
β Возничнаго	2.1	—18
α Мал. Медв.	перем.	—15

β Персея	перем.	+ 4
α Кассіопеи	перем.	— 4
α Андромеды	2.2	—13
α Сѣв. Кор.	2.3	0

Изъ этихъ данныхъ видно, что вообще яркія звѣзды движутся по лучу зрѣнія со скоростью приблизительно того же порядка, какъ и скорость орбитальнаго движенія Земли, которая составляетъ, какъ извѣстно, около 30 километровъ въ секунду. Подобныя же по величинѣ скорости имѣютъ и слабыя звѣзды. Въ среднемъ изъ довольно большого числа опредѣленій звѣзднаго лучевого движенія найдена скорость, близкая къ 34 километрамъ. Но въ исключительныхъ случаяхъ эта скорость можетъ достигать очень значительныхъ размѣровъ.

Мы приведемъ тѣ звѣзды, лучевая скорость которыхъ по современнымъ опредѣленіямъ оказалась не меньшей, какъ 100 километровъ въ секунду.

Названіе.	Величина.	Лучевая скорость.
Arg.—Oelt. 14320		+299 кил.
Lalande 15290	8.2	—248
Cordoba Z 5^h·243	8.3	+242
Lalande 28607	7.3	—170
Arg.—Oel. 20452		—170
Lalande 37120—1	6.6	—162
Lalande 5761	8.0	—153
Lacaille 8362	5.3	—132
W. B. 17^h·514		—131
A. G. C. 27600		—126
Lalande 4855	7.2	—120
Boss 4188		+112
Groombridge 864	7.3	+101
Lacaille 2957	5.4	+100

Адамсъ приводитъ такую таблицу, связывающую собственныя движенія звѣздъ и ихъ лучевую скорость:

Собств. движеніе.	Лучевая скорость.
0.″000 — 0.″025	v = 12.1 кил.
0. 026 — 0. 039	12.5
0. 040 — 0. 059	12.9
0. 060 — 0. 079	13.3
0. 080 — 0. 099	13.7
0. 100 — 0. 119	14.3
0. 120 — 0. 149	14.8
0. 150 — 0. 199	15.9
0. 200 — 0. 299	17.7
> 0.″300	24.5

Отсюда наглядно видно, что лучевая скорость вообще возрастаетъ одновременно съ возрастаніемъ собственнаго движенія.

Изъ ряда изслѣдованій обнаружилось, что лучевая скорость возрастаетъ не по мѣрѣ увеличенія, — какъ для собственныхъ движеній, — а по мѣрѣ убыванія яркости звѣзды. Единственной аномаліей, повидимому, являются звѣзды типа A, которыя опредѣленно показываютъ бо̀льшія лучевыя скорости для яркихъ звѣздъ, чѣмъ для слабыхъ, по крайней мѣрѣ въ предѣлахъ полосы Млечнаго Пути или близъ нея. Для остальныхъ же спектральныхъ типовъ Адамсъ и Стрембергъ, напримѣръ, даютъ такія соотношенія:

Типы F и G.			Типы K и M.		
Сред. абсол. величина.	Лучевая скорость.	Число звѣздъ.	Сред. абсол. величина.	Лучевая скорость.	Число звѣздъ.
0.3	11.2 кил.	188	0.5	14.6 кил.	125
1.3	13.6	193	1.4	16.6	264
3.0	14.9	189	2.5	20.6	124
5.1	17.3	84	7.0	26.9	74
6.8	21.2	29	10.0	30.0	13

Возрастаніе скорости, по исчисленію этихъ изслѣдователей, составляетъ около 1.5 километра, по мѣрѣ убыванія яркости на одну величину. Подтвержденіемъ этого явленія можетъ служить еще и тотъ фактъ, что наибольшія скорости встрѣчаются лишь между слабыми звѣздами, и въ данномъ отношеніи нѣтъ ни одного пока исключенія.

Между прочимъ, Адамсъ и Стрембергъ отмѣчаютъ фактъ, видимый также и изъ приводенный выше таблицы, что для одной и той же абсолютной величины звѣзды типовъ K и M имѣютъ скорости на 1 или на 1.5 килом. въ секунду выше, чѣмъ типы F и G. Слѣдовательно, зависимость величины лучевого движенія отъ спектральнаго типа, о которой сейчасъ будетъ идти рѣчь, незначительна, по сравненію съ зависимостью отъ яркости.

Какая именно причина вызываетъ возрастаніе лучевой скорости съ убываніемъ яркости, еще совершенно не выяснено. Во всякомъ случаѣ, очевидно, что данное явленіе не связано ни съ разстояніемъ отъ Солнца, ни съ тѣми явленіями звѣздныхъ потоковъ, о которыхъ еще придется говорить.

Когда извѣстны обѣ составляющія, мы можемъ опредѣлить и дѣйствительное движеніе звѣзды въ пространствѣ. Но для этого надо предварительно обратить въ линейныя тѣ угловыя скорости, которыя найдены въ качествѣ собственныхъ движеній. Такая задача можетъ

быть рѣшена, какъ понятно, только тогда, если извѣстно разстояніе звѣзды. Въ настоящее время нѣкоторое число звѣздныхъ параллаксовъ уже опредѣлено, и потому возможно вычислить дѣйствительныя скорости звѣздныхъ движеній, отнесенныхъ, разумѣется, къ Солнцу. Эти скорости въ общемъ оказались въ нѣсколько десятковъ километровъ въ секунду, но нѣкоторыя изъ звѣздъ обнаружили такое быстрое перемѣщеніе, что ихъ не безъ основанія назвали летящими звѣздами.

Приведемъ данныя о наиболѣе быстрыхъ изъ такихъ звѣздъ.

Названіе звѣзды.	Величина.	Лучевая скорость.
Arg.—Oeltz. 14320	...	577 кил.
Groombridge 1830	6.5	340
Lalande 15290	8.2	320
Cordoba Z. 5^h.243	8.3	270
Lalande 5761	8.0	190
Lalande 4855	7.2	190
μ Cassiopejae	5.3	190
Lalande 28607	7.3	170
Lalande 37120—1	6.6	170
Groombridge 864	7.3	160
Lacaille 2957	5.4	150

Изъ числа десяти летящихъ звѣздъ только двѣ видны невооруженнымъ глазомъ; остальныя—телескопическія.

Любопытные факты обнаружились, когда стали сопоставлять величины звѣздныхъ движеній съ характеромъ спектровъ звѣздъ.

Такъ, прежде всего, собственныя движенія показали нѣкоторую зависимость ихъ величины отъ спектральнаго типа, которая видна, напримѣръ, по слѣдующей таблицѣ:

Спектръ.	Среднее собст. движеніе въ 100 лѣтъ: по Каптейну:	по Боссу.
O		1″.6
B	2.″6	2.4
A	5.8	4.6
F	14.5	7.7
G	27 0	5.2
K	13.0	5.7
M	5.9	5.0
N		3.2

Цифры Каптейна обнимаютъ звѣзды до 5-й величины, а Босса—всѣ звѣзды до 5.7 вел. и около половины звѣздъ между этой пос-

лѣдней и седьмой величиной; недостаточное согласіе между приведенными данными вызывается преимущественно тѣмъ, что Боссъ исключилъ всѣ звѣзды со значительнымъ движеніемъ; это и повліяло на численныя значенія среднихъ движеній. Тѣмъ не менѣе, изъ таблицы видно, что въ средѣ яркихъ звѣздъ болѣе быстрымъ собственнымъ движеніемъ обладаютъ звѣзды типовъ F и G, а въ обѣ стороны отъ этихъ типовъ замѣчается замедленіе ихъ движенія. Аналогичныя явленія наблюдаются и съ параллаксами этихъ же спектральныхъ типовъ, какъ это и должно быть при достаточно установленной зависимости между разстояніемъ звѣзды и величиной ея собственнаго движенія—углового перемѣщенія по сферѣ.

Кэмпбелль установилъ, что между звѣздными лучевыми скоростями и спектральными типами есть очевидная зависимость въ томъ смыслѣ, что ушедшія дальше въ своей эволюціи звѣзды быстрѣе и движутся въ пространствѣ.

Общій характеръ явленія таковъ, что звѣзды, принадлежащія по Гарвардской классификаціи къ классу B, т.-е. бѣлыя геліевыя (Оріоновы) звѣзды, считающіяся самыми молодыми и наиболѣе горячими движутся медленнѣе всего. Сиріусовы звѣзды, составляющія классъ A по той же классификаціи, — движутся быстрѣе, и увеличеніе быстроты идетъ дальше, черезъ классы F, G и K.

Кэмпбелль вывелъ слѣдующія абсолютныя лучевыя скорости, т.-е. отнесенныя не къ Солнцу, какъ мы до сихъ поръ дѣлали, а такія скорости, которыя существовали бы при неподвижности Солнца въ пространствѣ.

Спектр. классъ:	Лучевая скорость:	Число звѣздъ.
B	6.52 кил.	225
A	10.95	177
F	14.37	185
G	14.97	128
K	16.8	382
M	17.1	73
Планет. туман.	25.3	12

Въ этой таблицѣ очень ясно выражено увеличеніе скорости отъ B къ A отъ A ко второму типу по Секки, обнимающему классы F, G и K; наоборотъ, измѣненіе скорости отъ II типа къ классу M едва замѣтно. Съ общемъ, установленіемъ факта такой закономѣрности между звѣздными скоростями и ихъ спектральнымъ типомъ доставляется солидный аргументъ въ пользу правильности построенной схемы о цѣпи спектральныхъ видоизмѣненій въ зависимости отъ эволюціи звѣзды. Однако, представляется страннымъ положеніе въ этой таблицѣ скорости планетныхъ туманностей. Если исходить изъ того, что звѣзд-

ная эволюція шла отъ туманностей черезъ I типъ ко II-му и т. д., то планетныя туманности, казалось бы, должны имѣть наименьшую скорость по этой таблицѣ, а не наоборотъ, какъ то вытекаетъ, оказывается, изъ наблюденій. Слѣдовательно, есть нѣкоторыя данныя въ пользу такого взгляда, что планетныя туманности являются заключительнымъ фактомъ звѣздной эволюціи, а это въ извѣстной мѣрѣ можетъ быть поставлено въ связь съ явленіями, наблюдающимися въ измѣненіяхъ состоянія временныхъ (новыхъ) звѣздъ.

Если, затѣмъ, изъ наблюденныхъ лучевыхъ скоростей исключить вліяніе движенія звѣздныхъ потоковъ, о которыхъ будетъ сказано впереди, то, по Эддингтону, получатся такія величины среднихъ лучевыхъ скоростей по отдѣльнымъ спектральнымъ классамъ:

B	6.5 кил. въ сек.
A	8.4 „ „
F, G, K	13.6 „ „

Такимъ образомъ, фактъ большихъ скоростей у звѣздъ, ушедшихъ далѣе въ своей эволюціи, является безспорнымъ. Но очень трудно дать этому факту надлежащее объясненіе.

Эддингтонъ, напримѣръ, полагаетъ, что звѣзды зародились изъ матеріи, не имѣвшей движенія въ пространствѣ, и пріобрѣли это движеніе лишь впослѣдствіи и постепенно. Трудно объяснить такое состояніе матеріи, которое какъ бы не подвержено дѣйствію притяженія; авторъ гипотезы ищетъ выхода въ томъ предположеніи, что индивидуальныя движенія, производимыя притяженіемъ въ матеріалахъ, послужившихъ къ созданію звѣзды (напримѣръ, метеорный или газовый матеріалъ), взаимно уравновѣшивались, такъ что звѣзда оставалась въ покоѣ.

Послѣдующее движеніе звѣзды возникло, по этой гипотезѣ, подъ общимъ притяженіемъ всей звѣздной системы, и, очень малое сначало, оно возрастало со временемъ. Это объясняло бы, почему скорость движенія звѣзды возрастаетъ вмѣстѣ съ ея возрастомъ. Но, въ предположеніи движенія звѣздъ около центра по замкнутымъ орбитамъ, такое ускореніе могло бы происходить лишь въ теченіе первой четверти періода обращенія, а затѣмъ скорость должна уменьшаться и снова увеличиваться циклически. Между тѣмъ, послѣднее обстоятельство не наблюдается. Его не должно бы наблюдаться, если бы эволюціонный вѣкъ видимости звѣзды былъ значительно меньше четверти періода ея обращенія, а въ приписываніи звѣздной жизни столь короткихъ временъ нѣтъ основаній.

Въ стремленіи объяснить наблюденныя особенности звѣздныхъ движеній, Эддингтонъ считаетъ естественнымъ, что наибольшая плот-

ность матеріи существовала у центра звѣздной вселенной, а отсюда она постепенно уменьшалась до периферіи. Въ наиболѣе удаленныхъ отъ центра частяхъ, гдѣ матерія была скудна, образовались звѣзды со слабой массой, которыя поэтому сравнительно быстро прошли черезъ эволюціонные этапы и, падая къ центру съ большого разстоянія, пріобрѣли относительно большія скорости; это, стало быть, звѣзды продвинувшагося впередъ типа. Близъ средины же вселенной народились и медленно развивались большія звѣзды; имъ пришлось падать къ центру системы со сравнительно небольшого разстоянія, почему онѣ и не успѣли пріобрѣсти значительныхъ скоростей.

Не останавливаясь на другихъ деталяхъ этой интересной гипотезы, замѣтимъ, что въ настоящее время нѣтъ данныхъ, указывающихъ на предложенное Эддингтономъ распредѣленіе матеріи во вселенной; но съ извѣстными измѣненіями такое допущеніе не является невозможнымъ.

Надо, впрочемъ, еще указать на то, что открытая Кэмпбеллемъ зависимость между спектральнымъ типомъ звѣздъ и ихъ лучевой скоростью, относиться по преимуществу къ яркимъ звѣздамъ. Изслѣдованія же Адамса, касающіяся болѣе отдаленныхъ звѣздъ, считая за нихъ тѣ, которыя обладаютъ малымъ собственнымъ движеніемъ, показываютъ, что для отдаленныхъ звѣздъ вліяпіе на лучевую скорость спектральнаго типа уже значительно понижается. Адамсъ приводитъ такія цифры:

Спектр. типъ.	Собств. движ.	Лучевая скорость.	Луч. скор. исправл. отъ вліянія звѣздныхъ потоковъ.	Число звѣздъ.
B	0″016	8.2 кил.	8.2 кил.	61
A	.019	10.0	7.7	55
F	.011	10.1	8.8	20
G	.013	10.6	9.2	63
K	.014	11.5	10.0	56
M	.015	12.6	10.9	27

Ясно, что лучевая скорость (исправленная отъ вліянія на нее звѣздныхъ потоковъ) для далекихъ звѣздъ измѣняется со спектральнымъ типомъ лишь очень медленно, и Адамсъ высказываетъ предположеніе, что это измѣненіе могло бы и совсѣмъ, исчезнуть если бы наши знанія о движеніи звѣздныхъ потоковъ позволили бы приложить болѣе точныя поправки.

Въ общемъ, связь между лучевой скоростью съ одной стороны и абсолютной величиной и спектральнымъ типомъ съ другой—представляетъ еще слишкомъ много неяснаго и неизвѣстнаго. Надо ждать, что послѣдующія наблюденія и изслѣдованія прольютъ вскорѣ на этотъ вопросъ достаточно свѣта.

3. Групповое движенiе звѣздъ.

При сопоставленiи между собою направленiя движенiя и скоростей разныхъ звѣздъ, удалось замѣтить, что многiя изъ нихъ движутся по параллельнымъ путямъ и притомъ приблизительно съ одинаковой скоростью. Такiя группы звѣздъ какъ бы увлекаются общимъ теченiемъ, образуя одинъ потокъ. Иногда звѣзды подобной группы представляются намъ разсѣянными широко по небу, иногда же онѣ кажутся довольно близкими одна отъ другой.

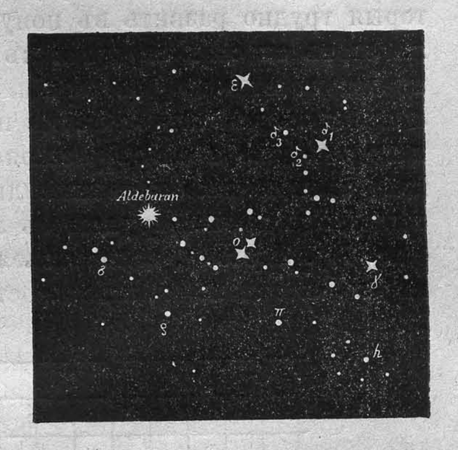


Рис. 68. Гiады.

Относительно природы этого явленiя существуетъ, между прочимъ, взглядъ, что такiя совмѣстно движущiяся группы звѣздъ представляются звѣздными скопленiями и притомъ— такъ называмеыми шарообразными скопленiями. Въ этомъ предположенiи, подобныя скопленiя должны находиться въ ближайшемъ отъ насъ сосѣдствѣ, и одно изъ нихъ можетъ включать въ себѣ нашъ мiръ. Кажется, однако, что тождество группъ совмѣстно движущихся звѣздъ съ шарообразными скопленiями является пока недостаточно установленнымъ. Во всякомъ случаѣ открытiе подобныхъ совмѣстно движущихся группъ является существеннымъ этапомъ на пути изслѣдованiя закономѣрности звѣздныхъ движенiй.

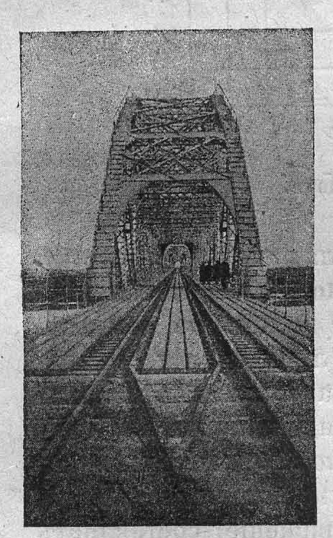


Рис. 69. Кажущееся схожденiе параллельныхъ линiй.

Прежде всего, заслуживаетъ вниманiя группа звѣздъ въ области Гiадъ, въ созвѣздiи Тельца (рис. 68.) Здѣсь, на небольшомъ сравнительно участкѣ неба, приблизительно сотня звѣздъ, отъ 3-й до 10-й величины, движется по параллельнымъ путямъ. Изъ нихъ были особенно тщательно изслѣдованы пока около четырехъ десятковъ болѣе яркихъ звѣздъ, занимающихъ площадь, сторона квадрата которой составляетъ 15°. Оказалось, что видимые пути этихъ звѣздъ сходятся въ одной точкѣ небесной сферы, которая опредѣляется координатами: $\alpha = 92^\circ, \delta = +7^\circ$.

Не трудно понять, что въ дѣйствительности пути всѣхъ звѣздъ между собою параллельны, но онѣ движутся подъ нѣкоторымъ угломъ къ лучу зрѣнiя; поэтому, вслѣдствiе эффекта перспективы, ихъ пути кажутся сходящимися между собой. Подоб-

нымъ же образомъ, напримѣръ, рельсы желѣзнодорожнаго пути, если смотрѣть на нихъ со стороны, покажутся сходящимися въ отдаленной точкѣ (рис. 69).

Групповое движеніе звѣздъ даетъ способъ опредѣленія ихъ разстояній, на основаніи остроумныхъ геометрическихъ соображеній, которыя трудно развить въ популярно излагаемой книгѣ. По существу же этотъ способъ сводится къ опредѣленію того, подъ какимъ угломъ представляется на разстояніи этихъ звѣздъ напередъ извѣстный въ линейныхъ мѣрахъ отрѣзокъ ихъ пути; а, опредѣливши этотъ уголъ, находятъ уже и самое разстояніе. Въ примѣрѣ Гіадовой группы найдено съ помощью лучевыхъ движеній, что уголъ, дѣлаемый направленіемъ движенія группы съ лучомъ зрѣнія, составляетсъ около 27° (рис. 70). Поэтому, если разложить дѣйствительное движеніе звѣздъ на двѣ составляющихъ, то составляющая по лучу зрѣнія будетъ при-

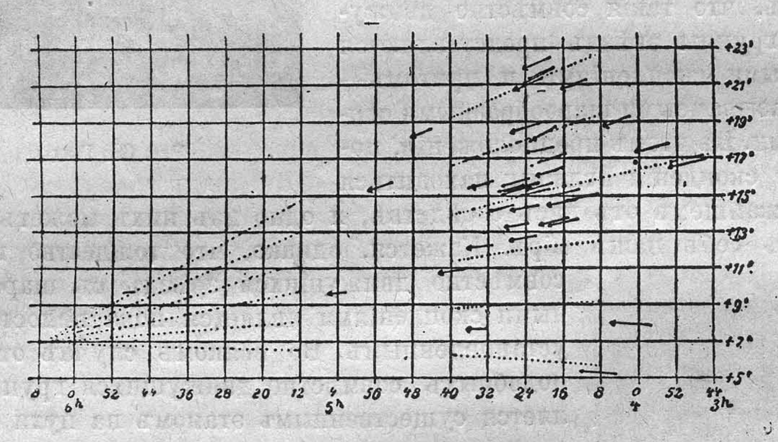


Рис. 70. Общее движеніе звѣздъ въ Гіадахъ.

близительно въ два раза больше, чѣмъ составляющая, перпендикулярная къ лучу зрѣнія. Изъ наблюденій найдено, что лучевая скорость всей группы звѣздъ составляетъ около 46 килом. въ секунду. Слѣдовательно, скорость, перпендикулярная къ лучу зрѣнія, составляетъ около 23 километровъ въ секунду. Отсюда можно вычислить, какой длины путь пройдутъ, опять таки перпендикулярно къ лучу зрѣнія, эти звѣзды въ столѣтіе: получается около 62 милліардовъ километровъ. Но изъ непосредственныхъ наблюденій получено, что угловое перемѣщеніе этихъ звѣздъ (собственное движеніе) составляетъ около 11″ въ столѣтіе. Стало быть, необходимо вычислить, съ какого именно разстоянія отрѣзокъ въ 62 милліарда километровъ представляется подъ угломъ въ 11″. Оказывается, что искомое среднее разстояніе отъ насъ звѣздъ группы Гіадъ составляетъ 120—130 свѣтовыхъ лѣтъ. Непосредственное опредѣленіе параллаксовъ этихъ звѣздъ на фотографическихъ клише подтвердило этотъ выводъ.

Находящаяся въ Гіадахъ яркая звѣзда Альдебаранъ не принадлежитъ къ этой группѣ, а случайно представляется на небѣ близкой къ ней. Дѣйствительно, разстояніе Альдебарана отъ Солнца составляетъ только 30—40 свѣтовыхъ лѣтъ; характеръ же движенія этой звѣзды отличенъ отъ того, который свойственъ всей группѣ Гіадъ.

Разстояніе между звѣздами разсматриваемой группы, несмотря на ихъ совмѣстное движеніе, очень велико: многія изъ нихъ отстоятъ между собой на разстояніе въ 30 свѣтовыхъ лѣтъ. Эта группа оказывается довольно широко разбросанной, съ небольшимъ сгущеніемъ къ центру; полный же ея діаметръ превосходитъ 10 парсекъ. Впрочемъ, возможно, что распространеніе сдѣланныхъ изслѣдованій на болѣе слабыя звѣзды значительно увеличитъ число членовъ данной группы, и это тѣмъ болѣе вѣроятно, что всѣ до сихъ поръ изслѣдованные участники группы Гіадъ по абсолютной яркости значительно превосходуетъ Солнце. Тѣмъ болѣе вѣроятно участіе въ ней еще и болѣе слабыхъ членовъ.

На ближайшемъ разстояніи отъ насъ эта группа была около 800 000 лѣтъ назадъ. Если въ будущемъ характеръ звѣздныхъ движеній въ ней не измѣнится, то приблизительно черезъ 65 000 000 лѣтъ всѣ звѣзды, составляющія группу, представятся въ видѣ небольшого звѣзднаго скопленія отъ 9 до 12 величинъ, съ діаметромъ около 20 дуговыхъ минутъ.

Вторая подобная же родственная комбинація звѣздъ, называемая группой Большой Медвѣдицы, составляется пятью изъ числа семи яркихъ звѣздъ этого созвѣздія, именно β, γ, δ, ε и ζ, и, сверхъ того, еще рядомъ другихъ звѣздъ, разбросанныхъ въ разныхъ частяхъ свода: Сиріусомъ, β Возничаго, α Сѣв. Короны, δ Льва и пр. Всего извѣстно входящихъ въ эту группу около двухъ десятковъ звѣздъ, но возможно, что къ ней принадлежатъ еще и другія. Точка схожденія путей этой группы опредѣляется координатами $\alpha = 308^0$, $\delta = +40^0$; скорость ея движенія относительно Солнца составляетъ около двухъ десятковъ километровъ въ секунду — въ направленіи къ Солнцу. Если же исключить вліяніе движенія Солнца, то абсолютное движеніе группы оказывается направленнымъ къ точкѣ $\alpha = 285^0$, $\delta = -2^0$ со скоростью около тридцати километровъ въ секунду. Параллаксы звѣздъ, входящихъ въ эту группу, незначительны ($0''.02 - 0''.08$), кромѣ лишь Сиріуса ($0''.39$). Эта группа также очень широко разбросана въ небесномъ пространствѣ; по опредѣленію Тэрнера (Turner) она имѣетъ форму диска, плоскость котораго перпендикулярна къ Млечному Пути; ширина этого диска не болѣе 4 парсекъ, въ то время какъ длина доходитъ до 30 — 50 тѣхъ же единицъ. По нѣкоторымъ даннымъ можно предполагать, что къ этой группѣ принадлежитъ небольшое число звѣздъ

съ движеніемъ въ обратномъ направленіи. Абсолютная яркость участниковъ группы очень велика: отъ 7 до 410 разъ больше, чѣмъ Солнца; поэтому и въ ней вѣроятно участіе необнаруженныхъ пока мелкихъ по блеску членовъ.

Курвуазье (Courvoisier) искалъ орбитальное движеніе этой группы подъ общимъ притяженіемъ звѣздной системы; онъ полагаетъ, что въ группѣ есть признаки кругового орбитальнаго движенія, съ періодомъ порядка 180 милліоновъ лѣтъ, около центра, расположеннаго на разстояніи 930 парсекъ въ направленіи созвѣздія Лебедя. Этотъ результатъ, предварительный, конечно, и лишь приближенный, представляетъ, однако, чрезвычайную важность; къ данному вопросу мы еще возвратимся.

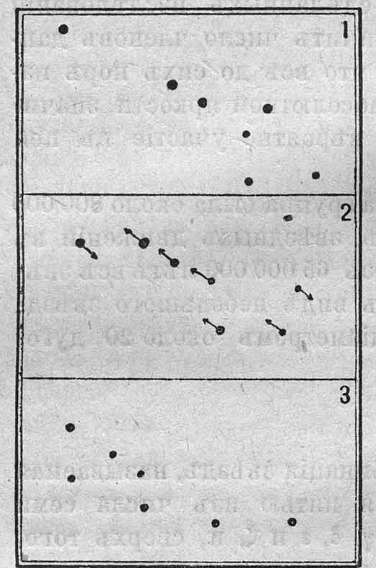


Рис. 71. Движеніе главныхъ звѣздъ Большой Медвѣдицы. Ихъ расположеніе: 1 — 50 000 лѣтъ назадъ; 2 — въ настоящее время; 3 — черезъ 50 000 лѣтъ.

Затѣмъ выдѣляется группа звѣздъ, въ числѣ около двухъ десятковъ, включающая въ себя извѣстную звѣзду 61 Лебедя, а потому и называемая группой 61 Лебедя. Эта группа отличается чрезвычайно быстрымъ движеніемъ, составляющимъ въ среднемъ около 80 килом. въ секунду. Сюда относятся, кромѣ 61 Лебедя, λ Возничаго, δ Кассіопеи, ε Дѣвы и пр. Видимое мѣсто схожденія путей опредѣляется координатами $\alpha = 94^0$ и $\delta = +7^0$. Въ общемъ, въ этой группѣ параллелизмъ и равенство движеній соблюдаются не вполнѣ строго.

Кромѣ этихъ трехъ главныхъ группъ, обнаружены еще нѣсколько другихъ.

Такъ, напримѣръ, С. К. Костинскій, изслѣдуя стереокомпараторомъ свои снимки, нашелъ, что около двухъ десятковъ звѣздъ близъ извѣстныхъ звѣздныхъ скопленій h и χ Персея обладаютъ одинаковыми по направленію собственными движеніями (рис. 73). По мнѣнію г. Костинскаго, здѣсь замѣчается, повидимому, не одинъ, а два отдѣльныхъ потока, направленія которыхъ составляютъ уголъ въ 27°; самые же потоки едва ли связаны со звѣздными скопленіями h и χ Персея, а находятся случайно вблизи нихъ.

Ванъ-Мааненъ (Van Maanen) находитъ, что 25 звѣздъ этого же скопленія (изъ числа изслѣдованныхъ болѣе яркихъ звѣздъ до 9.1 вел). имѣютъ одинаковую лучевую скорость около 40 километровъ въ секунду.

Далѣе, звѣзды, образующія группу Плеяды, имѣютъ, въ числѣ нѣсколькихъ десятковъ, какъ уже довольно давно было замѣчено, общее собственное движеніе въ одномъ направленіи—около 5″ въ сто лѣтъ. Но лучевыя скорости, по крайней мѣрѣ, болѣе яркихъ

звѣздъ группы, не обнаруживаютъ достаточнаго согласія, хотя возможно, что самыя ихъ опредѣленія еще недостаточно надежны; въ среднемъ группа яркихъ звѣздъ удаляется отъ насъ со скоростью около десяти километровъ въ секунду. Разстояніе группы въ точности не опредѣлено, но приблизительно ея параллаксъ не превосходитъ 0".01—0".02, т.-е. она отстоитъ почти на 150 — 250 лѣтъ свѣтопрохожденія. По нѣкоторымъ соображеніямъ вытекало, что практически Плеяды почти неподвижны въ пространствѣ.


Рис. 72. Звѣздное скопленіе h и χ Персея.

Затѣмъ, особеннаго вниманія заслуживаетъ свойство геліевыхъ звѣздъ, еще очень мало, впрочемъ, изслѣдованное,—образовывать свои

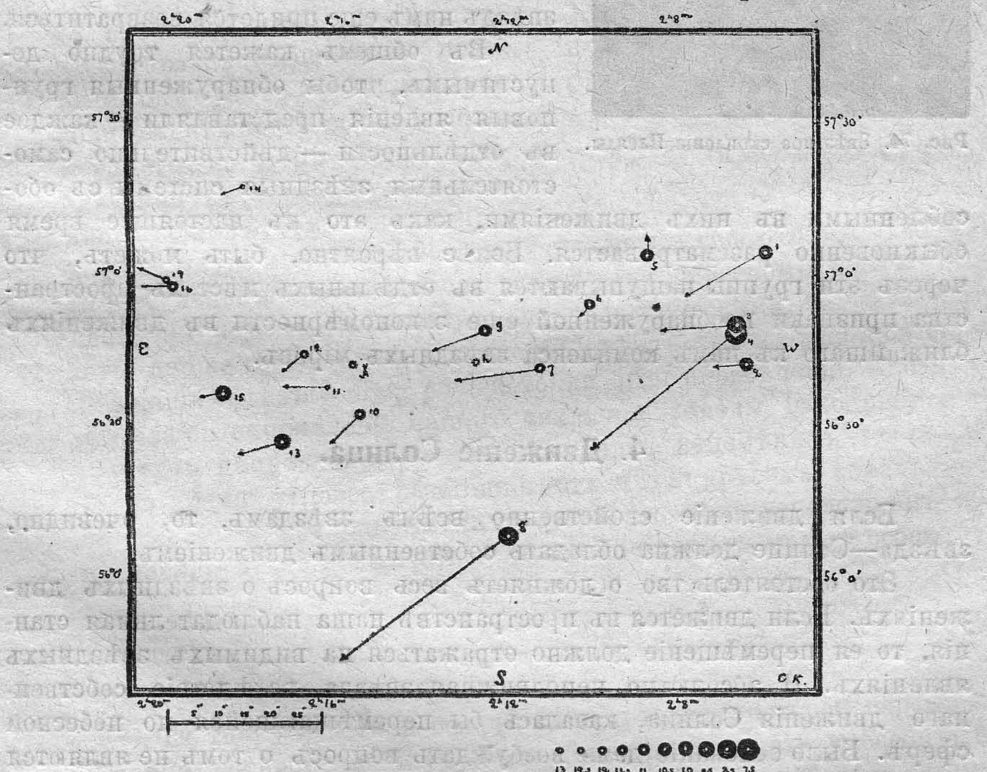


Рис. 73. Движеніе звѣздъ въ скопленіяхъ h и χ Персея.

потоки. Такая группа, напримѣръ, составлена яркими звѣздами созв.

Оріона (кромѣ Бетельгейзе). Другая группа составлена звѣздами, расположенными на небѣ между 2 и 5 часами прямого восхожденія и отъ $+40^{\circ}$ до $+60^{\circ}$ склоненія—въ созв. Персея и Возничаго. Въ ней насчитывается семнадцать звѣздъ — всѣ Оріонова типа (В),—движущихся въ одномъ и томъ же направленіи и приблизительно съ одинаковой скоростью, составляющей около 4″ въ столѣтіе. Все это—сравнительно яркія звѣзды, отъ 3-й до 6-й величины. Къ той же группѣ, по скорости и по направленію, можетъ быть еще отнесена и α Персея, но она принадлежитъ уже къ спектральному классу F. Точка схожденія этой группы еще не могла быть хорошо опредѣлена; движеніе же группа обнаруживаетъ независимо отъ того, въ которомъ отражается солнечное перемѣщеніе.

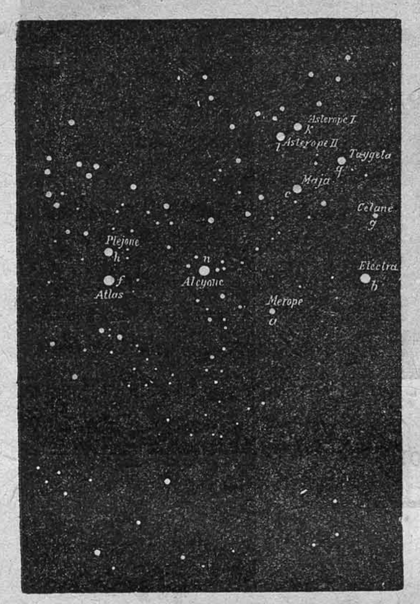


Рис. 74. Звѣздное скопленіе Плеяды.

Къ вопросу о движеніи геліевыхъ звѣздъ намъ еще придется возвратиться.

Въ общемъ кажется трудно допустимымъ, чтобы обнаруженныя групповыя явленія представляли — каждое въ отдѣльности — дѣйствительно самостоятельныя звѣздныя системы съ обособленными въ нихъ движеніями, какъ это въ настоящее время обыкновенно разсматривается. Болѣе вѣроятно, быть можетъ, что черезъ эти группы нащупываются въ отдѣльныхъ мѣстахъ пространства признаки необнаруженной еще закономѣрности въ движеніяхъ ближайшаго къ намъ комплекса звѣздныхъ міровъ.

4. Движеніе Солнца.

Если движеніе свойственно всѣмъ звѣздамъ, то, очевидно, звѣзда—Солнце должна обладать собственнымъ движеніемъ.

Это обстоятельство осложняетъ весь вопросъ о звѣздныхъ движеніяхъ. Если движется въ пространствѣ наша наблюдательная станція, то ея перемѣщеніе должно отражаться на видимыхъ звѣздныхъ явленіяхъ. И абсолютно неподвижная звѣзда, вслѣдствіе собственнаго движенія Солнца, казалась бы перемѣщающейся по небесной сферѣ. Было основаніе даже возбуждать вопросъ о томъ не являются ли наблюдаемыя звѣздныя явленія, во всей ихъ полнотѣ, только лишь простымъ отраженіемъ приближенія Солнца къ одной части звѣздъ и отдаленія отъ другой? Такое предположеніе значительно упростило

бы все явленіе. Однако, оно находится въ противорѣчіи съ наблюденными фактами, которыми устанавливается какъ существованіе кажущагося движенія звѣздъ, вызываемаго движеніемъ Солнца — оно называется „параллактическимъ движеніемъ“, — такъ въ то же время и существованіе истиннаго движенія звѣздъ.

Вопросомъ о движеніи солнечной системы въ пространствѣ начали заниматься около двухъ вѣковъ назадъ, почти тотчасъ же по обнаруженіи звѣздныхъ движеній. Впервые же удалось его доказать въ началѣ XIX вѣка знаменитому англійскому астроному Вильяму Гершелю.

Для уясненія идеи, на которой основано опредѣленіе, при помощи собственныхъ движеній звѣздъ, точки неба, указывающей направленіе перемѣщенія солнечной системы, вспомнимъ о наблюдаемомъ повседневно явленіи: если мы ѣдемъ въ поѣздѣ, то впереди рельсы будутъ казаться раздвигающимися, позади же онѣ будутъ представляться сближающимися. И всякіе вообще предметы, по мѣрѣ нашего приближенія къ нимъ, будутъ раздвигаться; въ томъ же направленіи, откуда мы движемся, они будутъ между собою сближаться. Аналогичное явленіе должно наблюдаться и на небесномъ сводѣ: если бы движенія звѣздъ были только параллактическими, то, какъ результатъ движенія Солнца, траекторіи звѣздъ представлялись бы намъ исходящими изъ одной общей точки ихъ пересѣченія. Такая точка указала бы направленіе нашего движенія. Звѣзды, находящіяся точно въ этомъ направленіи, будутъ сохранять неизмѣнное положеніе; въ то же время угловое разстояніе отъ нихъ другихъ звѣздъ станетъ съ теченіемъ времени увеличиваться. Въ противоположномъ же направленіи будетъ замѣчаться сближеніе звѣздъ между собою.

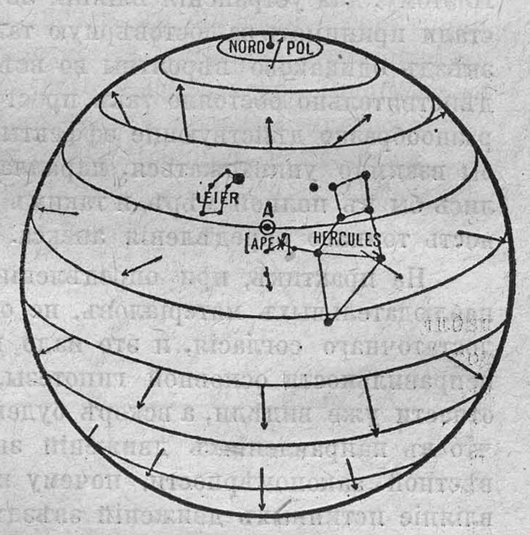


Рис. 75. Опредѣленіе апекса по небесному глобусу.

Ту точку небесной сферы, въ направленіи которой перемѣщается Солнце, со времени В. Гершеля принято называть апексомъ; противоположную ей точку неба, отъ которой движется Солнце, называютъ антіапексомъ. Положеніе апекса можно опредѣлить съ помощью не-

беснаго глобуса, если нанести на немъ продолженные видимые пути звѣздъ; пересѣченіе такихъ путей и покажетъ на глобусѣ положеніе искомой точки (рис. 75).

Конечно, вполнѣ точное опредѣленіе апекса было бы получено, лишь при отсутствіи истиннаго движенія звѣздъ. Но извѣстно, что звѣзды обладаютъ истиннымъ движеніемъ, и это движеніе замѣтнымъ образомъ вліяетъ на правильность параллактическихъ смѣщеній звѣздъ. Поэтому, для устраненія вліянія звѣзднаго движенія, довольно давно стали принимать за достовѣрную такую гипотезу: истинныя движенія звѣздъ одинаково вѣроятны во всѣхъ направленіяхъ. Если бы дѣло дѣйствительно обстояло такъ просто, то при большомъ числѣ звѣздъ разнообразно дѣйствующіе эффекты истиннаго ихъ движенія должны бы взаимно уничтожаться, параллактическія же движенія проявлялись бы въ полной мѣрѣ, и такимъ образомъ достигалась бы возможность точнаго опредѣленія апекса.

На практикѣ, при опредѣленіи положенія апекса изъ разныхъ наблюдательныхъ матеріаловъ, не обнаружилось между результатами достаточнаго согласія, и это надо въ значительной мѣрѣ приписать неправильности основной гипотезы, о которой говорилось выше. Мы отчасти уже видѣли, а вскорѣ будемъ говорить объ этомъ подробнѣе, что въ направленіяхъ движеній звѣздъ существуютъ признаки извѣстной закономѣрности, почему и не можетъ исчезать безслѣдно вліяніе истинныхъ движеній звѣздъ на опредѣленіе апекса.

До недавняго времени наиболѣе надежно опредѣленнымъ мѣстомъ апекса считалось выведенное Ньюкомбомъ, именно $\alpha = 280^\circ$, $\delta = +35^\circ$. Эта точка находится въ созвѣздіи Лиры, въ 4° къ югу отъ яркой Веги. Въ настоящее время, по болѣе точнымъ изслѣдованіямъ Л. Босса, положеніе апекса можно опредѣлить координатами $\alpha = 270^\circ.5$, $\delta = +34.^\circ3$. Это мѣсто находится на границѣ созвѣздій Лиры и Геркулеса, въ довольно бѣдной яркими звѣздами области; ближайшей является звѣзда 4-й величины $\varkappa$ Лиры.

Не трудно понять, что и лучевыя движенія даютъ возможность опредѣлить апексъ и, сверхъ того, лучевую скорость движенія Солнца.

Въ самомъ дѣлѣ, вообразимъ на минуту, что звѣзды неподвижны, а движется только Солнце. Въ такомъ случаѣ всѣ звѣзды, находящіяся въ направленіи движенія Солнца, будутъ казаться приближающимися къ намъ; въ обратномъ направленіи звѣзды будутъ представляться удаляющимися отъ насъ. Но подобно тому, какъ и при опре-

дѣленіи апекса по собственнымъ движеніямъ звѣздъ, собственныя лучевыя перемѣщенія звѣздъ маскируютъ чистоту явленія, и для нашего опредѣленія вновь необходимо прибѣгнуть къ гипотезѣ, къ той именно, что въ среднемъ изъ большого количества звѣздъ эффекты собственныхъ лучевыхъ движеній взаимно уничтожаются. Разумѣется, и эта основная гипотеза такъ же мало основательна, какъ и для случая собственныхъ движеній, но, за неимѣніемъ другой, ею пока приходится пользоваться.

Конечно, оба способа опредѣленія апекса не одинаково надежны, такъ какъ матеріалы для его нахожденія, съ помощью лучевыхъ скоростей, значительно скуднѣе, чѣмъ по собственнымъ движеніямъ. По опредѣленію Кэмпбелля, основанному почти на 1200 отдѣльныхъ лучевыхъ скоростяхъ звѣздъ и отчасти туманностей, положеніе апекса, опредѣляется координатами $\alpha=268^0.5$, $\delta=+25^0.3$.

Такимъ образомъ, сходство въ положеніи апекса по результатамъ, полученныхъ изъ собственныхъ движеній и изъ лучевыхъ скоростей, близкое, но не полное, и причина этого расхожденія еще недостаточно ясна [1]). Въ среднемъ изъ обоихъ способовъ опредѣленія Кэмпбелль полагаетъ возможнымъ принять $\alpha=270^0$, $\delta=+30^0$.

Для лучевой скорости движенія Солнца найдена величина въ 19.5 километровъ въ секунду.

Естественно возникаетъ вопросъ о томъ, движется ли Солнце по какой-нибудь правильной и постоянной орбитѣ, характеризуемой тѣмъ или другимъ коническимъ сѣченіемъ, или же его движеніе является въ значительной мѣрѣ случайнымъ, подверженнымъ вліянію притяженія той или другой изъ громадныхъ массъ матеріи. А подобныя массы неизбѣжно встрѣчаются Солнцемъ время отъ времени въ пространствѣ. Въ настоящее время отвѣтъ на этотъ вопросъ не мо-

---

[1]) *Прим.* Кромѣ значительнаго расхожденія въ величинѣ склоненія апекса, при опредѣленіи его изъ собственныхъ движеній звѣздъ и изъ ихъ лучевыхъ скоростей, обнаруживается также еще необъясненная разница въ склоненіи апекса, въ зависимости отъ спектральнаго класса использованныхъ для такого опредѣленія звѣздъ. Именно, по звѣздамъ болѣе молодого типа (B и A) величина склоненія оказывается $+23^0$—$+28^0$; по звѣздамъ же, болѣе подвинувшимся въ своей эволюціи (F, G, K, M), склоненіе получается между $+37^0$ и $+42^0$. Въ величинѣ прямого восхожденія апекса такого систематическаго различія не замѣчено.

Пиррайнъ (Perrine), занимавшійся изслѣдованіями зависимости солнечнаго апекса отъ собственныхъ движеній звѣздъ и причинъ полученія различныхъ положеній апекса по опредѣленіямъ, доставляемымъ собственными движеніями и лучевыми скоростями, а также и разными спектральными типами, полагаетъ, что систематическія разницы въ положеніяхъ апекса и въ скорости солнечнаго движенія указываютъ на измѣненіе общаго направленія и скорости движенія самихъ звѣздъ въ различныхъ частяхъ нашей звѣздной системы. На это же, по его мнѣнію, указываютъ возрастаніе скорости движенія звѣздъ съ возрастаніемъ предположеннаго ихъ возраста и другіе замѣченные факты. Онъ высказываетъ ту рабочую гипотезу, что общее движеніе звѣздной системы либо круговое, либо спиральное.

жетъ быть данъ, но никакихъ уклоненій отъ прямой линіи въ солнечномъ движеніи не замѣчено—и не могло быть замѣчено.

Итакъ, участвуя въ кортежѣ, сопровождающемъ Солнце, мы несемся вмѣстѣ съ нимъ по безднамъ пространства. Несемся съ головокружительной быстротой и въ каждую секунду проходимъ около двадцати километровъ. Въ десять минутъ мы пробѣгаемъ путь, длиной въ земной діаметръ, а въ годъ около шестисотъ милліоновъ километровъ.

VIII.

Двойныя и кратныя звѣзды.

1. Двойныя звѣзды.

На сводѣ небесномъ звѣзды кажутся разбросанными по игрѣ случая. Но при этомъ даже просто глазомъ видно нѣсколько примѣровъ, когда одна звѣзда очень близка къ другой. Такими, напримѣръ, звѣздами, составляющими сближенную между собою пару, являются двѣ звѣзды въ созвѣздіи Большой Медвѣдицы: здѣсь около звѣзды 2-й величины ζ, называемой Мицаромъ, видна на разстояніи одной трети луннаго діаметра слабенькая звѣздочка 5-й величины, носящая имя Алькоръ. Многіе испытываютъ остроту своего зрѣнія по способности различить эту послѣднюю звѣздочку. Очень легко еще различаются близкія между собою двѣ звѣздочки 4 и 4.5 величины ϑ_1 и ϑ_2 Тельца, возлѣ Альдебарана; ихъ взаимное разстояніе составляетъ лишь $5^1/_2$ дуговыхъ минутъ. Дальнозоркіе замѣчаютъ подобную же пару звѣздъ въ созвѣздіи Лиры, близъ Веги: здѣсь двѣ звѣздочки (4.5 и 5 вел.), носящія названіе ε и 5 Лиры, находятся на взаимномъ разстояніи въ $3^1/_2$ минуты дуги. Можно было бы привести и еще нѣсколько подобныхъ же примѣровъ (рис. 76).

Но если мы станемъ разсматривать небо въ телескопъ, то замѣтимъ, что число близкихъ между собою звѣздъ увеличивается и тѣмъ болѣе увеличивается, чѣмъ мощнѣе примѣняемый телескопъ. При этомъ очень многія звѣзды, видимыя невооруженнымъ глазомъ въ качествѣ одиночныхъ, въ телескопъ представляются раздѣляющимися на двѣ отдѣльныя, тѣсно сближенныя между собою, звѣзды.

Напримѣръ, тотъ же Мицаръ въ телескопъ представляется состоящимъ изъ двухъ звѣздъ, находящихся на разстояніи 14″, въ то время какъ Алькоръ отстоитъ отъ этой пары на 11′. Подобнымъ же образомъ ε и 5 Лиры также раздѣляются каждая на двѣ звѣздочки, отстоящія между собою на разстояніе въ 2″—3″, и т. п. Вообще выра-

женіе „раздѣлить пару“ означаетъ возможность, вмѣсто одной звѣзды, видѣть двѣ звѣзды, болѣе или менѣе между собою близкія. Такія пары называются двойными звѣздами. Близкое ихъ сосѣдство можетъ быть просто эффектомъ перспективы — въ томъ случаѣ, когда двѣ звѣзды находятся въ направленіи очень близкихъ между собою лучей зрѣнія. При такихъ условіяхъ онѣ случайно проектируются на небесной сферѣ очень близко одна отъ другой, а въ дѣйствительности между собою могутъ быть даже сильно отдалены. Подобное явленіе называется оптической двойной звѣздой. Но гораздо чаще бываетъ, что двѣ такія звѣзды въ дѣйствительности близки одна къ другой, связаны между собою физически и обращаются около общаго центра тяжести образуемой ими системы. Этотъ случай называютъ физической двойной звѣздой.

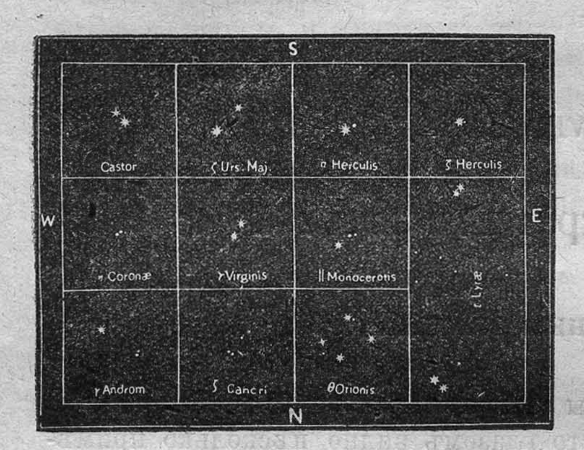


Рис. 76. Двойныя и кратныя звѣзды.

Съ давнихъ поръ — еще съ семнадцатого вѣка — стали обнаруживать такія звѣздныя пары. При этомъ астрономамъ представлялось крайне мало вѣроянымъ, чтобы столь близкое сосѣдство являлось простымъ дѣломъ случая. Высказывались догадки о физической связи между двойными звѣздами. Доказана же была эта связь лишь около столѣтія назадъ Вильямомъ Гершелемъ: въ поискахъ звѣзднаго параллакса, этотъ знаменитый англійскій астрономъ сравнивалъ между собою положенія близкихъ звѣздъ, полагая, что изъ двухъ такихъ звѣздъ — яркой и слабой — первая болѣе близка къ намъ, чѣмъ вторая, почему въ ихъ взаимныхъ положеніяхъ должны замѣчаться измѣненія годового періода. Но, вмѣсто этого, Гершель нашелъ — прежде всего по Кастору — правильное прогрессивное измѣненіе, которое показало, что одна изъ звѣздъ движется по орбитѣ относительно другой. А это доказывало, что подобныя звѣзды представляютъ физически связанныя между собою системы. Наблюденія В. Гершеля были продолжены многими астрономами: его сыномъ Дж. Гершелемъ, В. Струве, О. Струве, Дембовскимъ и многими другими, и самыя наблюденія двойныхъ звѣздъ попали въ число излюбленныхъ астрономами. Въ частности, особо важное значеніе имѣютъ сдѣланныя въ Россіи наблюденія такихъ звѣздъ В. Струве въ Юрьевѣ. Наблю-

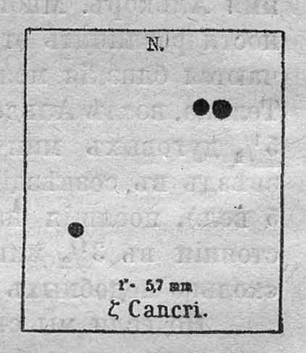


Рис. 77. Двойная звѣзда ζ Рака.

денія В. Струве служатъ фундаментомъ для многихъ изслѣдованій въ этой области.

Въ настоящее время число извѣстныхъ двойныхъ звѣздъ—около двадцати пяти тысячъ.

Различить физическую звѣзду отъ оптической по простому взгляду невозможно, и этотъ вопросъ разрѣшается наблюденіемъ движенія звѣздъ, составляющихъ пару. Если со временемъ обѣ звѣзды отъ первоначальнаго положенія движутся прямолинейно, то физической связи между ними очевидно не существуетъ. Если же одна изъ звѣздъ описываетъ относительно другой кривую линію,—мы имѣемъ дѣло съ физической системой. Для обнаруженія такого перемѣщенія нужно, конечно, время и иногда значительное; поэтому число двойныхъ звѣздъ, у которыхъ наблюденіями доказана физическая связь, не очень велико, и не достигаетъ одной тысячи.

Самое опредѣленіе, на основаніи котораго пару звѣздъ принимаютъ за двойную, страдаетъ неопредѣленностью. В. Струве принималъ за двойную звѣзду пару со взаимнымъ разстояніемъ въ 32″, другіе брали иныя нормы, напримѣръ, Этkенъ (Aitken)—въ 5″ и т. п. На самомъ дѣлѣ однообразная для всѣхъ случаевъ норма едва ли и должна быть примѣняема. Разстояніе въ полминуты дуги для близкихъ звѣздъ — это дѣйствительно тѣсное сосѣдство; но тѣ же полминуты для очень далекихъ звѣздъ вовсе не указываютъ дѣйствительной близости: это слишкомъ большое разстояніе. Этkенъ рекомендуетъ примѣнять различныя нормы для звѣздъ разныхъ яркостей — принимая яркость звѣзды за указаніе ея разстоянія: для звѣздъ отъ 4-й до 6-й величины 10″, отъ 6-й до 9-й — 5″, отъ 9-й до 11-й — 3″ и для болѣе слабыхъ звѣздъ, чѣмъ 11-ая величина, — 1″. Разумѣется, въ индивидуальныхъ случаяхъ приведенныя нормы могутъ дать невѣрное указаніе на дѣйствительную близость составляющихъ пару звѣздъ, и въ этомъ будетъ повинно то обстоятельство, что слабыя и яркія звѣзды въ извѣстной степени между собою перемѣшаны. Можно сослаться, напримѣръ, на извѣстныя уже двѣ звѣзды: α Центавра и близкую къ ней звѣзду 11-й величины,—которыя обладаютъ одинаковымъ по направленію и по величинѣ собственнымъ движеніемъ и находятся, вмѣстѣ съ тѣмъ, на одинаковомъ отъ насъ разстояніи. Это заставляетъ ихъ принимать за вѣроятно физическую пару. Между тѣмъ разстояніе, отдѣляющее эти звѣзды, составляетъ 2°12′.

При такой неопредѣленности вопросъ о соотношеніи между числомъ двойныхъ и простыхъ звѣздъ является въ значительной степени гадательнымъ.

Слѣдуетъ отмѣтить, что если бы сосѣдство звѣздъ являлось простой случайностью, вызываемой безпорядочнымъ распредѣленіемъ

звѣздъ на небѣ, то въ числѣ двойныхъ звѣздъ попадалось бы болѣе паръ, сравнительно отдаленныхъ, чѣмъ паръ, между собою близкихъ. Въ дѣйствительности же наблюдается обратное явленіе, и это должно быть приписываемо физической связи между звѣздами.

Иногда встрѣчается такое сочетаніе, что обѣ звѣзды въ парѣ почти равны между собою по яркости; въ большинствѣ же случаеевъ онѣ не равны, и иногда въ значительной степени. Очень многія изъ двойныхъ звѣздъ имѣютъ разноцвѣтную окраску, однако лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда составляющія пару звѣзды замѣтно различаются по яркости; въ двойныхъ же звѣздахъ приблизительно равной яркости такого различія цвѣта не бываетъ. Эга разноцвѣтность двойныхъ звѣздъ давала богатую пищу для рисованія поэтическихъ картинъ жизни на планетахъ, освѣщаемыхъ поочередно краснымъ и зеленымъ солнцами и т. п. Однако, рѣзкая разница въ цвѣтахъ звѣздъ, составляющихъ пару, повидимому въ значительной мѣрѣ объясняется физіологическими причинами. При близости составляющихъ пару звѣздъ между собою, даже незначительная разность въ ихъ окраскѣ представляется очень контрастной.

Когда было замѣчено, что одна изъ составляющихъ двойной звѣзды описываютъ криволинейный путь около второй звѣзды, стали опредѣлять орбиты этихъ звѣздъ. Есть, повидимому, всѣ основанія полагать, что орбитальное движеніе совершается подъ дѣйствіемъ того же закона всемірнаго тяготѣнія Ньютона, который управляетъ движеніями планетъ въ солнечной системѣ. Но въ этой послѣдней системѣ разница между массами Солнца и планетъ такъ велика, что общій центръ тяжести всей системы почти совпадаетъ съ центромъ тяжести Солнца. Въ двойныхъ же звѣздахъ разница массъ обыкновенно значительно меньше, почему центръ тяжести системы можетъ находиться внѣ тѣлъ звѣздъ, составляющихъ пару. Въ такомъ случаѣ обѣ составляющія описываютъ эллиптическія орбиты около общаго центра тяжести системы, и величина этихъ эллипсовъ будетъ различна въ зависимости отъ массы каждой изъ составляющихъ. Но массы каждой звѣзды порознь обыкновенно не извѣстны, почему нельзя опредѣлить и положенія центра тяжести системы двойной звѣзды. Въ виду этого условно принимаютъ большую изъ звѣздъ, главную, за неподвижную, а опредѣляютъ орбиту, описываемую меньшей звѣздой, спутникомъ, вокругъ главной звѣзды, т.-е. опредѣляютъ относительную орбиту. Дѣйствительная же орбита извѣстна только для небольшого числа двойныхъ звѣздъ.

Относительная орбита двойной звѣзды представлялась бы наблюдателю въ своей дѣйствительной формѣ только въ томъ случаѣ, если бы плоскость ея была расположена перпендикулярно къ лучу зрѣнія

наблюдателя. Тогда главная звѣзда находилась бы въ фокусѣ эллипса, по которому казался бы движущимся ея спутникъ. Но это можетъ быть лишь въ крайне рѣдкомъ и исключительномъ случаѣ; обыкновенно же мы видимъ проекцію на небесную сферу истиннаго орбитальнаго эллипса, расположеннаго въ пространствѣ. Въ такомъ случаѣ орбита представляется въ нѣсколько искаженномъ видѣ, иногда даже близкой къ прямой линіи.

Число опредѣленныхъ орбитъ двойныхъ звѣздъ—около сотни. Въ нихъ извѣстны періоды обращенія, начиная отъ $5^1/_2$ лѣтъ и много болѣе. Понятно, что чѣмъ продолжительнѣе этотъ періодъ, тѣмъ затруднительнѣе его опредѣленіе, такъ какъ, по кратковременности наблюденій, ими захвачена лишь незначительная часть орбиты. Періоды, опредѣляемые болѣе, чѣмъ 150 годами, мало заслуживаютъ довѣрія.

Для сопоставленія этихъ звѣздныхъ міровъ съ нашимъ солнечнымъ міромъ, было бы интересно знать размѣры орбитъ у двойныхъ звѣздъ. Какъ понятно, это можетъ быть извѣстно лишь въ исключительныхъ случаяхъ, только для тѣхъ звѣздъ, у которыхъ извѣстенъ параллаксъ. Однако нѣкоторое число такихъ звѣздъ уже есть, и оказывается, что, поскольку можно судить на основаніи ограниченнаго числа изслѣдованныхъ двойныхъ звѣздъ,—размѣръ ихъ орбитъ меньше, чѣмъ орбиты отдаленнѣйшей изъ солнечныхъ планетъ, Нептуна.

Что же касается массъ тѣхъ же изслѣдованныхъ двойныхъ звѣздъ, то ихъ совмѣстная масса, опредѣляемая вообще лишь съ приблизительной точностью, иногда немного превосходитъ солнечную, иногда бываетъ меньше, но въ общемъ масса звѣздныхъ системъ примѣрно того же порядка, какъ и солнечной системы.

Это можно видѣть по нижеслѣдующей таблицѣ, включающей въ себѣ болѣе надежно опредѣленныя данныя.

Звѣзда.	Масса (Солнце=1).	Періодъ (Солнце=1).	Большая полуось.	Параллаксъ.	Болѣе яркая составляющая Абсол. ярк. (Солнце=1).	Спектр. типъ.
ζ Геркулеса	0.7	34.5	1″.35	0″.14	5.0	G
Проціонъ	1.3	39.0	4.05	0.32	9.7	F5
μ¹ Геркулеса	0.7	44.7	1.25	0.11	—	—
Сиріусъ	3.2	49.3	7.55	0.38	48.0	A
ξ Б. Медвѣдицы	0.9	59.8	2.51	0.17	—	—
α Центавра	2.0	78.8	17.65	0.76	2.0	G
70 Офіуха	2.5	88.4	4.55	0.17	1.1	K
o² Эридана	0.7	180.0	4.79	0.17	0.8	G
γ Кассіопеи	1.0	328.0	9.48	0.20	1.4	F5

Въ немногочисленныхъ отдѣльныхъ случаяхъ, когда измѣрялось перемѣщеніе звѣздъ, составляющихъ пару, не одной относительно

другой, а относительно окрестныхъ звѣздъ съ необнаруженнымъ ихъ движеніемъ, можно было опредѣлить,—конечно, также лишь съ приближенной точностью—и отдѣльно массу каждой звѣзды въ парѣ. Оказывается, что въ извѣстныхъ намъ примѣрахъ массы отдѣльныхъ звѣздъ паръ сильно между собою не отличаются, даже въ тѣхъ случаяхъ, когда разница яркостей обѣихъ звѣздъ очень значительна.

По данному вопросу показательна слѣдующая таблица:

Звѣзда.	Величина		Масса (Солнце = 1)	
	яркой	слабой.	яркой	слабой
ζ Геркулеса	3.0	6.5	0.5	0.2
Сиріусъ	1.6	8.0	2.3	0.9
α Центавра	0.3	1.7	1.1	0.9
70 Офіуха	4.1	6.1	1.4	1.1
ξ Б. Медвѣдицы	4.0	4.9	0.4	0.4

Изъ нѣсколько большаго числа такихъ системъ Л. Боссъ нашелъ, что отношеніе массъ слабой и яркой составляющихъ систему двойной звѣзды достигаетъ въ среднемъ величины 0.7.

Показателенъ также примѣръ Сиріуса, гдѣ главная звѣзда имѣетъ величину по извѣстной намъ условной шкалѣ — 1.6, спутникъ же Сиріуса—величину 8, въ то время какъ ихъ массы, выраженныя въ единицахъ массы Солнца, опредѣляются числами: 2.3 и 0.9. Такимъ образомъ, общая масса Сиріусовой системы превосходитъ солнечную въ 3.2 раза.

Эта пара—Сиріусъ и его спутникъ—представляетъ чрезвычайный интересъ въ исторіи изслѣдованія двойныхъ звѣздъ. Изучая послѣдовательныя положенія Сиріуса относительно разныхъ звѣздъ, Бессель еще въ сороковыхъ годахъ минувшаго вѣка замѣтилъ въ положеніяхъ этой звѣзды такія колебанія, которыя лучше всего объяснялись вліяніемъ какой-то находящейся по близости значительной массы, возмущающей, какъ говорятъ астрономы, движеніе Сиріуса. Подобное же явленіе онъ обнаружилъ и въ положеніяхъ Проціона. Бессель объяснилъ это тѣмъ, что обѣ звѣзды имѣютъ спутниковъ значительной массы, которые и производятъ замѣченное возмущающее вліяніе; слѣдовательно, обѣ звѣзды являются двойными, а не простыми. Такое объясненіе противорѣчило наблюденіямъ, которыя показывали обѣ звѣзды простыми, но не двойными, а потому предположенія Бесселя было встрѣчено скептически. Послѣдующія изслѣдованія надъ движеніемъ Сиріуса подтвердили однако, выводъ Бесселя; удалось даже напередъ указать на размѣры орбиты и на разстояніе между звѣздами, составляющими систему Сиріуса. Наконецъ, почти черезъ 20 лѣтъ послѣ того, какъ Бессель высказалъ

свое предположеніе, спутникъ Сиріуса былъ открытъ Кларкомъ въ Кэмбриджѣ (С. Америка) съ помощью 18-дюймоваго рефрактора. Онъ оказался звѣздочкой 8-й величины, а слѣдовательно такимъ яркимъ, что могъ бы быть легко замѣченъ, если бы этому не мѣшало слишкомъ яркое сіяніе Сиріуса, въ которомъ тонулъ свѣтъ спутника. Около Сиріуса спутникъ дѣлаетъ оборотъ въ 49 лѣтъ по удлиненной орбитѣ; спектръ его тождественъ со спектромъ Сиріуса.

Такой успѣшный результатъ заставилъ тщательнѣе заняться и Процiономъ. И, дѣйствительно, въ 1899 г. въ Ликской обсерваторіи 36-дюймовымъ рефракторомъ былъ открытъ спутникъ Проціона, въ качествѣ звѣздочки 13-й величины, обходящей вокругъ Проціона въ теченіе 40 лѣтъ. Общая масса Проціоновой системы превосходила солнечную въ 3.7 разъ; изъ нея на долю Проціона приходится 2.8, а на долю спутника 0.9 солнечной массы.

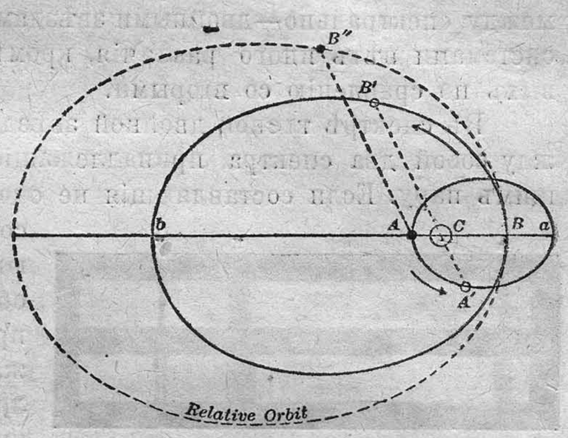


Рис. 78. Орбита спутника Сиріуса.

Примѣненіе къ наблюденіямъ двойныхъ звѣздъ спектроскопическаго опредѣленія лучевыхъ скоростей даетъ, при извѣстныхъ условіяхъ, возможность находить разстояніе этихъ звѣздъ. Дѣйствительно, зная одновременно и линейные и угловые размѣры орбитъ двойныхъ звѣздъ, мы можемъ вычислить разстояніе этихъ звѣздъ отъ насъ. Лучевыя скорости въ системѣ, опредѣленныя для извѣстныхъ моментовъ, и доставляютъ возможность вычислять линейные размѣры орбитъ. Этотъ способъ нахожденія параллаксовъ двойныхъ звѣздъ получилъ и теперь уже успѣшное частичное примѣненіе, но развитіе его принадлежитъ будущему.

Приблизительная классификація болѣе быстро движущихся двойныхъ звѣздъ по спектрамъ, сдѣланная Этkеномъ, показала что между ними преобладаютъ спектральные типы отъ A до F, но встрѣчается очень мало звѣздъ какъ типовъ O и B, такъ и M и N. Между прочимъ Доберкъ нашелъ, что двойныя звѣзды, принадлежащія къ типамъ A и F, описываютъ орбиты въ среднемъ съ бо̀льшимъ эксцентриситетомъ, чѣмъ принадлежащія къ типу K. Всѣ подобныя частности еще не имѣютъ себѣ объясненія.

2. Спектральныя двойныя звѣзды.

Тѣ же спектроскопическія наблюденія неожиданно привели къ открытію чрезвычайной важности,—именно къ открытію такъ называемыхъ спектральныхъ двойныхъ звѣздъ.

Это названіе получили двойныя звѣзды, кажущіяся, вслѣдствіе ихъ отдаленности, настолько сближенными между собою, что непосредственное ихъ раздѣленіе невозможно не только при помощи современныхъ телескоповъ, но и такихъ, которые допускали бы увеличеніе въ тысячи разъ бо́льшія, чѣмъ примѣняемыя въ настоящее время; между тѣмъ, при помощи спектрографа, на нашихъ дняхъ спектральныя двойныя открываются постоянно. Во всякомъ случаѣ между спектрально—двойными звѣздами и обыкновенными двойными системами нѣтъ иного различія, кромѣ большей сближенности первыхъ по сравненію со вторыми.

Въ спектрѣ тѣсной двойной звѣзды наблюдаются слившіеся между собой два спектра, принадлежащіе двумъ звѣздамъ, составляющимъ пару. Если составляющія не очень сильно отличаются между собою по массѣ, то обѣ онѣ имѣютъ замѣтное движеніе около общаго центра тяжести системы, при чемъ поочередно то приближаются по лучу зрѣнія, то удаляются. Это движеніе и обнаруживается по спектрамъ.

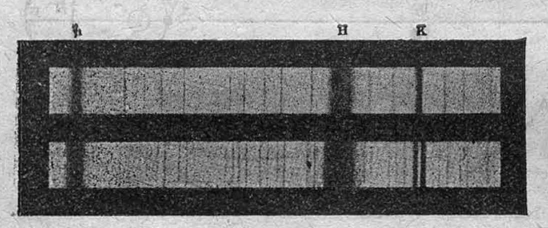


Рис. 79. Раздвоеніе линій спектрально-двойной звѣзды.

Выберемъ двойную звѣзду, плоскость орбиты которой не перпендикулярна къ нашему лучу зрѣнія, а наклонена къ нему подъ тѣмъ или другимъ угломъ. Проведемъ затѣмъ мысленно линію между обѣими составляющими двойной звѣзды. Пусть эта линія занимаетъ перпендикулярное положеніе къ нашему лучу зрѣнія. Тогда одна изъ составляющихъ окажется движущейся въ направленіи отъ насъ, а другая—въ направленіи къ намъ. Оба эти движенія отразятся въ смѣщеніи спектральныхъ линій—въ спектрѣ главной звѣзды въ одну сторону, а въ спектрѣ спутника—въ другую. На совмѣстномъ спектрѣ это движеніе отразится въ томъ, что каждая спектральная линія представится двойной—съ тѣмъ большимъ между собою разстояніемъ, чѣмъ больше разность лучевыхъ скоростей. Очевидно, что такое положеніе повторится дважды въ теченіе періода обращенія спутника вокругъ главной звѣзды.

Въ тотъ моментъ, когда линія, соединяющая двѣ составляющія, расположится по лучу зрѣнія, обѣ онѣ будутъ двигаться хотя и въ разныя стороны, но въ направленіяхъ, перпендикулярныхъ къ лучу

зрѣнія. Разстояніе ихъ относительно Земли не будетъ мѣняться, и движеніе по лучу зрѣнія будетъ равно нулю. Въ такихъ условіяхъ каждая изъ линій одного спектра будетъ представляться слившеюся съ однородной линіей другого спектра.

Наконецъ, при томъ или другомъ наклонѣ линіи, соединяющей обѣ составляющія, къ лучу зрѣнія, будетъ происходить большое или меньшее раздвоеніе линій.

Такимъ образомъ, если въ какой-нибудь звѣздѣ, представляющейся на глазъ простой, обнаруживается имѣющее періодическій характеръ раздвоеніе и сближеніе спектральныхъ линій(рис. 79), или вообще періодическое ихъ смѣщеніе, мы имѣемъ, очевидно, спектральную двойную звѣзду.

Не трудно понять, что двойственность можетъ быть открыта только у такихъ звѣздъ, періодъ которыхъ не очень великъ, а измѣненія скорости достаточны для того, чтобы могли быть обнаружены современными средствами. И, конечно, этимъ способомъ вовсе нельзя открыть двойственности въ такой системѣ, гдѣ орбитальное движеніе происходитъ въ плоскости, перпендикулярной къ лучу зрѣнія.

Явленіе спектрально-двойныхъ звѣздъ затрудняетъ въ значительной мѣрѣ опредѣленіе реальныхъ лучевыхъ скоростей звѣздъ, такъ какъ орбитальныя перемѣщенія нерѣдко бываютъ значительно больше, чѣмъ пространственныя перемѣщенія звѣздъ, и требуется немалое время для отдѣленія вторыхъ отъ первыхъ.

Впервые раздвоеніе линій было обнаружена Пикерингомъ въ Гарвардской обсерваторіи, въ 1889 г., на спектрограммѣ Мицара (ζ Большой Медвѣдицы), при чемъ было замѣчено, что кальціевая линія К представляется поочередно то двойной, то простой. Мы уже знаемъ, что, кромѣ близости къ Мицару болѣе слабой звѣзды, Алькора, еще самъ Мицаръ является двойной звѣздой съ очень длиннымъ періодомъ. Главная же звѣзда, самый Мицаръ, оказался спектральной двойной звѣздой, въ которой оборотъ спутника, по позднѣйшимъ опредѣленіямъ, совершается въ $20^1/_2$ дней. Замѣчательно, что и визуальный спутникъ Мицара также оказался спектрально-двойной звѣздой. Такимъ образомъ, Мицаръ является довольно сложной четверной системой изъ пары спектральныхъ двойныхъ звѣздъ.

Въ Гарвардской обсерваторіи было открыто еще не мало и другихъ спектральныхъ двойныхъ звѣздъ. Почти одновременно начали находить такія же звѣзды и въ Потсдамской обсерваторіи, а затѣмъ и въ другихъ. Въ Россіи этого рода наблюденія производятся въ Пулковской обсерваторіи, гдѣ А. А. Бѣлопольскій открылъ и впервые изучилъ цѣлый рядъ такихъ системъ. Въ настоящее время найдено около 600 спектрально-двойныхъ звѣздъ. Это большое число, если считаться съ ограниченнымъ еще количествомъ наблюденій. Во всякомъ случаѣ относительное число спектральныхъ двойныхъ звѣздъ

значительно больше, чѣмъ двойныхъ визуальныхъ; ихъ насчитываютъ приблизительно по одной на каждыя 3—4 вообще изслѣдованныхъ въ этомъ отношении звѣздъ. Среди геліевыхъ звѣздъ, спектрально-двойныхъ особенно много, почти по одной на каждыя двѣ-три звѣзды. Въ нѣкоторыхъ спектрально-двойныхъ, какъ, напримѣръ, у ζ Большой Медвѣдицы и у β Возничаго видны спектры обѣихъ составляющихъ; у большинства же яркость главной звѣзды настолько больше, чѣмъ у спутника, что слабыя спектральные линіи этого послѣдняго едва замѣчаются.

Слѣдуетъ отмѣтить примѣненіе спектрографическихъ наблюденій къ перемѣннымъ звѣздамъ.

Такъ, напримѣръ, Фогель, въ Потсдамѣ, А. А. Бѣлопольскій въ Пулковѣ и др. изслѣдовали извѣстную перемѣнную Альголь, въ которой, какъ уже говорилось, измѣненіе блеска объясняется затмеваніемъ ея другою звѣздой—спутникомъ. Дѣйствительно, спектрограммы обнаружили періодическія смѣщенія линій отъ средняго положенія къ красной и фіолетовой частямъ спектра. Раздвоенія линій здѣсь не замѣчается потому, что спутникъ сравнительно слабосвѣтящаяся звѣзда, которая не даетъ замѣтнаго своего спектра; видно только колебаніе линій около среднихъ положеній. Изъ наблюденныхъ лучевыхъ скоростей въ связи съ данными о перемѣнности Альголя, добытыми по визуальнымъ наблюденіямъ, Фогелемъ получены такія данныя о размѣрахъ системы, причемъ для простоты орбита принята за круговую: скорость Альголя по орбитѣ 41 килом.; скорость орбитальнаго движенія спутника 80 километровъ въ секунду; діаметръ главной звѣзды 2 130 000 километровъ; діаметръ спутника 1 700 000 килом., разстояніемъ между центрами обоихъ тѣлъ 4 800 000 километровъ, а наименьшее разстояніе между ихъ поверхностями 2 880 000. Слѣдовательно, Альголь является системой, въ которой оба тѣла очень близки одно къ другому. Разумѣется, приведенныя данныя имѣютъ только приблизительную точность. Въ этой системѣ допускается еще существованіе и третьяго тѣла.

Такимъ образомъ, разсматриваемый методъ наблюденій позволяетъ не только подтвердить объясненіе перемѣнности нѣкоторыхъ звѣздъ ихъ двойственнымъ строеніемъ, но даетъ возможность также составить представленіе объ устройствѣ и размѣрахъ этихъ невидимыхъ системъ.

Другія извѣстныя перемѣнныя звѣзды также подвергались спектрографическому изслѣдованію. Напримѣръ, у δ Цефея А. А. Бѣлопольскій нашелъ періодическія смѣщенія, указывающія на движеніе этой звѣзды по эллиптической орбитѣ около нѣкотораго центра; такимъ образомъ, названная звѣзда является сложной системой, въ которую входятъ три тѣла.

Впрочемъ, относительно принадлежности δ Цефея, а также и другихъ Цефеидъ, къ числу спектрально—двойныхъ звѣздъ возбуждены нѣкоторыя сомнѣнія, въ связи съ обнаруженными въ нихъ одновременными измѣненіями яркости, спектра и лучевой скорости. Такъ, Шапли указываетъ на то, что Цефеиды принадлежатъ къ числу гигантовъ; ихъ объемы почти въ 15 — 20 тысячъ разъ больше, чѣмъ у Солнца; между тѣмъ средніе радіусы ихъ видимыхъ орбитъ равны приблизительно только двумъ солнечнымъ радіусамъ. Затѣмъ, обнаружена существенная тождественность Цефеидъ съ такъ называемыми перемѣнными типа звѣздныхъ скопленій (cluster-type); послѣднія же перемѣнныя подвержены неправильностямъ, не легко согласуемымъ съ орбитальнымъ движеніемъ въ эпохи самаго быстраго измѣненія свѣта, хотя ихъ средніе періоды и остаются постоянными.

Образцомъ системы звѣздъ изъ трехъ тѣлъ является еще и Полярная звѣзда. Здѣсь главная, въ дѣйствительности видимая нами, звѣзда обходитъ въ 4 дня около центра тяжести системы, составляемой ею, совмѣстно со своимъ сравнительно темнымъ спутникомъ. Но этимъ дѣло не ограничивается, такъ какъ только что описанная система движется еще около другого центра тяжести, составляемаго ею совмѣстно съ невидимымъ намъ третьимъ тѣломъ.

Въ звѣздѣ Касторъ—той самой, въ которой В. Гершель впервые распозналъ двойную звѣзду,—А. А. Бѣлопольскій нашелъ, что болѣе слабая изъ составляющихъ пару звѣздъ является спектрально — двойной съ періодомъ около трехъ дней и съ почти круговой орбитой Позже было найдено, что и болѣе яркая составляющая также спектрально-двойная съ періодамъ въ $9^1/_4$ дней. Слѣдовательно, Касторъ четверная система.

Въ многихъ случаяхъ, въ частности въ перемѣнной β Лиры, изслѣдованной г. Бѣлопольскимъ, и въ другихъ звѣздахъ, обнаружены довольно сложныя явленія въ спектрѣ, еще не получившія полнаго объясненія.

Такимъ образомъ, спектрографированіе указываетъ на существованіе сложныхъ звѣздныхъ системъ, въ которыхъ, кромѣ видимыхъ, присутствуютъ еще сравнительно или абсолютно темныя тѣла. Являются ли эти тѣла планетами въ томъ смыслѣ, какъ кружащія около Солнца планеты нашего міра? Въ самомъ такомъ предположеніи ничего неправдопобнаго нѣтъ, но надо замѣтить, что для возможности различить планеты у звѣздъ, размѣры и яркость ихъ должны быть гораздо больше, чѣмъ тѣ, которые существуютъ у Солнца. Такъ, напримѣръ, отъ ближайшей даже звѣзды, α Центавра, планета—гигантъ нашей системы Юпитеръ показался бы звѣздочкой столь малой, что современнымъ средствамъ наблюденія она не могла бы быть доступна.

При извѣстныхъ условіяхъ спектрографическія наблюденія даютъ понятіе о массѣ двойныхъ звѣздныхъ системъ. По тѣмъ наблюденіямъ, которыя до сихъ поръ произведены, обнаруживается, что массы ге-

ліевыхъ (Оріоновыхъ) звѣздъ вообще значительно больше, чѣмъ массы звѣздъ другихъ спектральныхъ типовъ. Одна изъ геліевыхъ звѣздъ превосходитъ Солнце массою не менѣе какъ въ 34 раза,—это вообще наибольшая изъ извѣстныхъ до сихъ поръ звѣздныхъ массъ; другія геліевы звѣзды превосходятъ въ 10—20 разъ солнечную массу. Звѣзды же другихъ типовъ или приблизительно равны по массѣ Солнцу, или превосходятъ ее только немногимъ.

Кэмпбеллемъ даны такія цифры спектрально—двойныхъ звѣздъ съ опредѣленными у нихъ періодами:

Спектр. тип.	Число дв. зв.
O и B	48
A	29
F	16
G	10
K	14
M	2

Кромѣ явнаго преобладанія спектрально-двойныхъ между звѣздами ранней эволюціонной фазы, обнаруживается еще, что періоды обращенія двойныхъ звѣздъ вообще тѣмъ больше, чѣмъ больше возрастъ звѣзды.

При наблюденіяхъ спектральныхъ двойныхъ звѣздъ было обнаружено слѣдущее загадочное явленіе. Въ спектрѣ нѣкоторыхъ геліевыхъ звѣздъ, на ряду съ очень широкими и размытыми линіями водорода, гелія и др., можно видѣть тонкія и рѣзкія линіи кальція. И въ то время какъ перваго рода линіи согласно показываютъ лучевую скорость звѣздъ, иногда довольно значительную, съ періодическимъ характеромъ,—кальціевыя линіи или вовсе не обнаруживаютъ лучевого движенія, или же обнаруживаютъ его съ особымъ характеромъ, не имѣющимъ періодичности и не связанное съ движеніемъ звѣзды. Повидимому, источникъ свѣта, вызывающій появленіе этихъ кальціевыхъ линій, независимъ отъ наблюдаемой звѣзды.

Замѣчательно, что явленіе это наблюдается не повсюду, а въ опредѣленныхъ мѣстахъ. Оно обнаружено было впервые Гартманомъ въ спектрѣ звѣзды δ Оріона и наблюдается преимущественно въ нѣкоторыхъ звѣздахъ Оріона, Персея и Скорпіона. При этомъ скорость источника свѣта, дающаго кальціевыя линіи, не остается для разныхъ звѣздъ ни одинаковой ни неизмѣнной со временемъ.

Высказывалось предположеніе, что такія кальціевыя линіи въ спектрѣ звѣздъ вызываются массами кальція, расположенными внѣ звѣздъ. Говорилось даже о кальціевыхъ облакахъ, находящихся въ пространствѣ между нами и этими созвѣздіями. Хотя ничего невозможнаго въ этомъ и нѣтъ, но доказательства существованія такихъ космическихъ кальціевыхъ облаковъ не могутъ считаться достаточными.

Возможно еще, что подобныя массы кальція находятся вблизи самыхъ изслѣдуемыхъ звѣздъ. Во всякомъ случаѣ это явленіе остается еще не разгаданнымъ.

Мимоходомъ замѣтимъ—останавливаться подробно на этомъ спеціальномъ вопросѣ мы здѣсь не можемъ,—что Г. А. Тиховъ примѣняетъ наблюденія надъ спектрально-двойными звѣздами для изслѣдованія вопроса о космической дисперсіи, т.-е. для выясненія того, съ одинаковой ли скоростью распространяются въ пространствѣ свѣтовые лучи разной длины или съ неодинаковой. Если въ пространствѣ такая дисперсія существуетъ, то лучи различныхъ цвѣтовъ, выйдя одновременно отъ какого-нибудь свѣтила, дойдутъ до нашего глаза не одновременно. Именно, при нормальной дисперсіи лучи съ большей длиной волны, т.-е. красные, достигнутъ насъ раньше, чѣмъ фіолетовые. Г. Тиховъ изслѣдуетъ измѣненіе лучевыхъ скоростей въ спектрально-двойной звѣздѣ, опредѣляя, напримѣръ, моментъ нулевой скорости по смѣщенію линій въ разныхъ частяхъ спектра. Если менѣе преломляемые лучи, положимъ красные, распространяются быстрѣе, то и моментъ нулевой скорости по этимъ лучамъ получится раньше, чѣмъ по лучамъ большей преломляемости, напримѣръ, по фіолетовымъ.

Кромѣ спектрально-двойныхъ звѣздъ, г. Тиховъ и французскій астрономъ Нордманъ примѣняли для той же цѣли наблюденія надъ перемѣнными звѣздами, быстро мѣняющими свою яркость, опредѣляя фазы ихъ яркости—скажемъ, минимума—черезъ посредство цвѣтныхъ экрановъ, устанавливаемыхъ у телескопа; такіе экраны пропускаютъ лучи опредѣленной окраски, и поэтому кривая измѣненія блеска получается для разнаго рода лучей въ отдѣльности. Опять, въ случаѣ существованія нормальной космической дисперсіи, минимумъ яркости долженъ наступать раньше при наблюденіи перемѣнной звѣзды черезъ красный экранъ, чѣмъ, напримѣръ, черезъ синій или фіолетовый

Хотя окончательное разрѣшеніе вопроса еще не достигнуто, но полученные до сихъ поръ результаты даютъ надежду на его разрѣшеніе намѣченнымъ путемъ.

Намъ пора теперь оглянуться на тѣ главные результаты, которые добыты наблюденіями надъ двойными звѣздами.

Мы видимъ, прежде всего, что тотъ законъ тяготѣнія, который управляетъ движеніями въ солнечной системѣ, имѣетъ силу, повидимому, во всей вселенной и именно онъ управляетъ движеніями системъ двойныхъ звѣздъ.

Затѣмъ, мы видимъ, что во вселенной очень многія звѣздныя системы сложны, состоятъ изъ двухъ и болѣе отдѣльныхъ звѣздъ, и, слѣдовательно, убѣждаемся въ сравнительной простотѣ нашей солнечной системы, казавшейся такой сложной, при разсмотрѣніи всего солнечнаго міра.

Оказывается далѣе, что количество вещества, удѣленнаго природой на отдѣльныя звѣздныя системы, не слишкомъ различно, и массы всѣхъ звѣздъ приблизительно равны между собою.

Далѣе, спектральныя двойныя даютъ возможность установить фактъ существованія и даже наблюдать совершенно невидимыя небесныя тѣла, потому невидимыя, что частью они слишкомъ слабо свѣтятся, частью же сливаются на видъ, благодаря крайней ихъ отдаленности, съ сосѣдней родственной звѣздой.

Наконецъ, эти же наблюденія обнаруживаютъ существованіе въ пространствѣ вовсе невидимыхъ раньше массъ—именно массъ газообразнаго кальція,—а, слѣдоватезьно, обнаруживаютъ еще одинъ видъ населенія въ казавшемся столь пустымъ пространствѣ.

Итоги очень богатые, но далеко не окончательные, такъ какъ наблюденія спектрально-двойныхъ звѣздъ еще въ сущности только начинаются.

До сихъ поръ мы говорили о двойныхъ звѣздахъ; но спектрографическія наблюденія показали, что очень часто системы звѣздъ бываютъ гораздо сложнѣе, что въ нихъ входятъ по три, а иногда и больше звѣздъ. Подобныя же системы обнаруживаются и визуальными наблюденіями. Существуютъ не только тройныя, но и болѣе сложныя системы; ихъ принято называть кратными звѣздами.

Системъ изъ трехъ звѣздъ замѣчено довольно много. Изъ ихъ числа заслуживаетъ вниманія тройная звѣзда ζ въ созвѣздіи Рака (5, 5.7 и 5.5 величины), въ которой двѣ составляющія, сближенныя между собою немного болѣе, чѣмъ на 1″, образуютъ систему съ періодами обращенія въ 60 лѣтъ; въ то же время въ системѣ имѣется еще третій членъ, отстоящій отъ нихъ на $5^1/_2$″ и движущійся вокругъ первой пары въ теченіе нѣсколькихъ сотъ лѣтъ (рис. 77).

Системъ изъ четырехъ звѣздъ уже значительно менѣе. Однимъ изъ интересныхъ примѣровъ четверныхъ звѣздъ является извѣстная звѣзда ε Лиры, которая раздѣляется, какъ мы уже говорили, при визуальныхъ наблюденіяхъ на четыре отдѣльныя звѣзды. Составляющія первую (сѣверную) пару имѣютъ величины 4.6 и 6.3; ихъ взаимное разстояніе $3\frac{1}{2}$″. Вторая пара, отстоящая отъ первой на $3\frac{1}{2}$′, состоитъ изъ двухъ звѣздъ 4.9 и 5.2 величины съ разстояніемъ между ними въ 3″.

Интересна группа ϑ Оріона, состоящая изъ трапеціи, образуемой тѣсно сближенными четырьмя звѣздами отъ 4-й до 8-й величины и находящимися внутри и близъ трапеціи тремя еще меньшими звѣздами. Вѣроятно, мы встрѣчаемъ здѣсь систему изъ семи звѣздъ, соединенныхъ между собою физической связью.

Этотъ послѣдній случай кратной звѣзды составляетъ переходную ступень къ другимъ, болѣе многочисленнымъ агрегатамъ звѣздъ, къ разсмотрѣнію которыхъ мы и приступаемъ.

VIII.

Звѣздныя скопленія и туманности.

1. Туманныя пятна.

Въ чистую и безлунную ночь даже невооруженнымъ глазомъ легко различаются на небѣ нѣсколько звѣздныхъ скопленій и туманностей.

Хорошимъ примѣромъ ихъ служитъ извѣстная группа Плеяды, которая близорукимъ представляются въ видѣ туманнаго, слабо свѣтящагося, пятна, а обладающимъ нормальнымъ или острымъ зрѣніемъ кажется группой изъ 6—7 или болѣе мелкихъ звѣздъ. Подобное же явленіе представляютъ собою: группа мелкихъ звѣздъ „Волосы Вереники“, группа „Ясли“ въ созвѣздіи Рака и пр. Достаточно зоркіе различаютъ затѣмъ туманную массу въ Персеѣ, легко разлагающуюся въ бинокль на двѣ звѣздныхъ кучи. Въ видѣ туманныхъ же массъ представляются пятна въ созвѣздіяхъ Андромеды и Оріона.

Всего на небесномъ сводѣ, въ зависимости отъ остроты зрѣнія, можно различить просто глазомъ 15—25 подобныхъ предметовъ, частью явно состоящихъ изъ группы мелкихъ звѣздочекъ, частью въ видѣ туманныхъ пятенъ, разлагаемыхъ при остромъ зрѣніи на звѣзды, частью же такихъ туманныхъ пятенъ, которыя на звѣзды не разлагаются.

Но картина сильно измѣняется, если примѣнить телескопъ, хотя бы слабой мощности. Во многихъ изъ туманныхъ пятенъ различается тогда большое количество мелкихъ звѣздочекъ. Однако,—не во всѣхъ! Въ значительной части туманныхъ пятенъ не замѣчается и слѣдовъ звѣзднаго строенія ни въ слабый ни въ самый могучій телескопъ.

Туманныя пятна давно замѣчались на небѣ, но вниманіе къ нимъ стало привлекаться лишь съ начала XVII-го вѣка. Въ эту эпоху Симонъ Маріусъ ясно разсмотрѣлъ такое пятно въ созвѣздіи Андромеды;

онъ сравнивалъ его съ пламенемъ свѣчи, просвѣчивающимъ черезъ роговую пластинку. Нѣсколько позднѣе было замѣчено ставшее впослѣдствіи столь извѣстнымъ туманное пятно въ „поясѣ Оріона". Гюйгенсъ, впервые описавшій этотъ предметъ, находилъ въ немъ сходство съ отверстіемъ въ небесномъ сводѣ, черезъ которое можно видѣть лучезарную область. Послѣ этого начались и наблюденія и многочисленныя открытія туманныхъ пятенъ, и число ихъ къ концу XVIII-го вѣка опредѣлялось уже болѣе, чѣмъ сотней.



Рис. 80. В. Гершель.

Но заслуга дѣйствительнаго изученія этихъ предметовъ,—такого изученія, которое сдѣлало эпоху въ данной области науки, принадлежитъ неоднократно уже упоминавшемуся нами англійскому астроному Вильяму Гершелю (рис. 80). Начавши свои наблюденія надъ туманными пятнами въ концѣ XVIII-го вѣка, В. Гершель своими личными открытіями довелъ ихъ число до двухъ съ половиной тысячъ. Затѣмъ, въ теченіе всего XIX-го вѣка происходили новыя открытія туманныхъ пятенъ, и большую роль въ этомъ дѣлѣ сыгралъ Джонъ Гершель, сынъ В. Гершеля, изучавшій въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ, южное звѣздное небо на мысѣ Доброй Надежды (рис. 81). Не мало открытій было также сдѣлано въ Парижской обсерваторіи Бигурданомъ, а также и другихъ мѣстахъ. Къ концу XIX-го вѣка насчитывалось уже извѣстныхъ около десяти тысячъ этихъ предметовъ.



Рис. 81. Дж. Гершель.

Примѣненіе къ наблюденію туманныхъ пятенъ фотографіи сдѣлало новую эпоху въ данномъ дѣлѣ. То, что раньше различалось только въ самые мощные инструменты, теперь стало доступнымъ и болѣе скромнымъ средствамъ; фотографированіе же съ помощью рефлекторовъ и съ примѣненіемъ продолжительныхъ экспозицій повело къ обнаруженію многихъ неизвѣстныхъ ранѣе деталей. Дѣйствительно, туманныя пятна являются такими слабыми предметами, что зачастую

находятся на границѣ видимости ихъ въ телескопы, и глазъ различаетъ только болѣе сильные контрасты. На клише, же при достаточно долговременной экспозиціи, получаются тонкія детали, не улавливаемыя глазомъ. Такимъ способомъ стали обнаруживать еще множество новыхъ туманныхъ пятенъ, и число послѣднихъ, поскольку они доступны современнымъ наблюденіямъ, теперь исчисляютъ сотней или



Рис. 82. Рефлекторъ Ликской обсерваторіи, примѣняемый для фотографированія туманностей.

сотнями тысячъ. Точное ихъ число еще не опредѣлено, такъ какъ новыя открытія дѣлаются постоянно. Разумѣется, преобладающая часть этихъ объектовъ доступна наблюденіямъ только при помощи мощныхъ телескоповъ.

Но и въ отношеніи туманныхъ пятенъ, какъ и въ отношеніи другихъ объектовъ, небесный сводъ изслѣдованъ не одинаково. Глав-

ная масса наблюденій относится къ сѣверному небу и къ тѣмъ частямъ южной полусферы, которыя хорошо видимы изъ европейскихъ обсерваторій. Самыя же южныя области неба хранятъ въ себѣ еще много тайнъ, — въ томъ числѣ и относительно туманныхъ пятенъ.

Эти оригинальные предметы, слабо свѣтящіеся и съ туманными обликами, такъ не похожіе на успѣвшія стать для глазъ привычными звѣзды и планеты, но зато сильно напоминающіе внѣшнимъ видомъ кометы, заставили самыхъ первыхъ наблюдателей задуматься надъ вопросомъ объ ихъ существѣ. Въ данномъ отношеніи особенно интересно мнѣніе В. Гершеля, какъ перваго изслѣдователя туманнаго міра. В. Гершель полагалъ сначала, что всѣ туманныя пятна однородны, что они представляютъ громадныя сгущенія звѣздъ, и что эти сгущенія кажутся намъ въ различнаго вида туманныхъ пятнахъ, только благодаря очень большому разстоянію; разложеніе же каждаго изъ туманныхъ пятенъ на отдѣльныя звѣзды, по мнѣнію Гершеля, являлось дѣломъ большей или меньшей мощности телескопа.

Однако, въ теченіе тридцатилѣтнихъ своихъ наблюденій Гершель постепенно измѣнялъ взгляды и подъ конецъ пришелъ къ тому мнѣнію, что въ небесномъ пространствѣ существуетъ не единство природы туманныхъ пятенъ, а существуютъ два различныхъ начала: туманное и звѣздное. Туманное начало представлено, полагалъ онъ, массами туманныхъ пятенъ, заключающихъ въ себѣ ту самую космическую матерію, которая послужила, какъ предполагаютъ космогоническія гипотезы, на образованіе нынѣ существующихъ небесныхъ тѣлъ. Звѣздное же начало представлено тѣми туманным пятнами, которыя, при разсмотрѣніи ихъ въ достаточно мощные телескопы, разлагаются— въ большей или меньшей мѣрѣ—на отдѣльныя звѣзды.

Сначала эта гипотеза была встрѣчена очень сочувственно. Но постепенное разложеніе на звѣзды, по мѣрѣ увеличенія силы телескоповъ, все новыхъ и новыхъ туманныхъ пятенъ, опять заставило астрономовъ склоняться ко взгляду на эти предметы, какъ на крайне отдаленныя, но всѣ безъ исключенія—звѣздныя скопленія. Даже сынъ В. Гершеля Джонъ Гершель, дополнившій изслѣдованія отца надъ туманнымъ міромъ своими изслѣдованіями на южномъ небѣ, не усматривалъ разницы по существу между слабыми пятнами туманной матеріи и блестящими звѣздными скопленіями. И тѣ, и другія были, по его мнѣнію, различными видами звѣздныхъ скопленій, находящихся въ самыхъ разнообразныхъ условіяхъ; туманный же ихъ видъ и неспособность къ разложенію на звѣзды могли объясняться малыми размѣрами составляющихъ ихъ звѣздъ и относительной близостью послѣднихъ между собою.

Болѣе новыя наблюденія показывали, съ одной стороны, большое число звѣздъ, казавшихся въ тѣсной связи съ туманными пятнами, или находившихся вблизи или же проектировавшихся на нихъ, — это говорило за единство звѣзднаго начала; съ другой стороны, тѣ же наблюденія показывали, что въ цѣломъ рядѣ туманныхъ пятенъ никакое увеличеніе мощности телескоповъ не мѣняло фантастическихъ контуровъ этихъ объектовъ и не давало намековъ хотя бы даже на приближающуюся возможность ихъ разложенія.

И долго тянулся этотъ споръ. Одни отстаивали тотъ взглядъ, что каждое туманное пятно, рано или поздно, но обязательно разложится на отдѣльныя звѣздочки. Другіе, признавая несомнѣнную наличность звѣзднаго элемента во многихъ туманностяхъ, полагали нужнымъ допустить и существованіе другого элемента, именно хаотически — газообразнаго, который ни въ какомъ случаѣ не могъ быть разложенъ на звѣзды. Въ этомъ элементѣ видѣли, по примѣру В. Гершеля, ту первичную форму матеріи, изъ которой постепенной эволюціей формируются небесныя тѣла.



Рис. 83. Гэггинсъ.

Вопросъ о природѣ туманныхъ пятенъ былъ разрѣшенъ внезапно и совершенно опредѣленно съ помощью спектроскопа.

Въ 1864 г. англійскій астрофизикъ Гэггинсъ (рис. 83) направилъ свой спектроскопъ на одно яркое пятно въ созвѣздіи Дракона. Удивленіе его было очень велико, когда, вмѣсто столь знакомаго звѣзднаго спектра, Гэггинсъ увидѣлъ спектръ, состоящій только изъ трехъ яркихъ линій. Мы помнимъ, что спектръ изъ яркихъ линій получается отъ источника свѣта, находящагося въ газообразномъ состояніи. Такимъ образомъ, данное туманное пятно оказалось массою свѣтящагося газа. Дальнѣйшія наблюденія надъ рядомъ другихъ туманныхъ пятенъ съ несомнѣнностью подтвердили тотъ же фактъ: изъ 60 туманныхъ пятенъ, изслѣдованныхъ спектроскопически самымъ Гэггинсомъ, она треть дала спектръ, обнаруживающій ихъ газообразное строеніе, а остальныя показали, что наблюдатель имѣетъ дѣло либо со звѣздными скопленіями, либо же вообще съ веществомъ твердымъ или жидкимъ. Подобные же результаты, но со значительно большимъ

преобладаніемъ непрерывныхъ спектровъ надъ линейчатыми, были получены и всѣми дальнѣйшими наблюдателями спектровъ туманностей.

Такимъ образомъ, оба начала — и звѣздное и туманное — существуютъ въ средѣ объектовъ, представляющихся намъ подъ общимъ видомъ туманныхъ пятенъ. Одни изъ нихъ являются скопищими свѣтящейся газообразной матеріи, и эти объекты мы условно, для удобства изложенія, станемъ называть туманностями. Другіе — являются скопищами звѣздъ. Истинная природа тѣхъ и другихъ разпознается въ болѣе легкихъ случаяхъ при помощи телескопа, въ болѣе трудныхъ — при содѣйствіи спектроскопа. Но оба названные вида: туманности и звѣздныя скопленія — это въ сущности лишь крайніе предѣлы, между которыми встрѣчаются промежуточныя формы. Въ этихъ промежуточныхъ формахъ обнаруживается болѣе или менѣе тѣсная связь между собственно звѣздами и окружающими ихъ массами туманностей. Далѣе, какъ мы увидимъ, непрерывный спектръ, по крайней мѣрѣ части изъ числа туманныхъ пятенъ, еще не доказываетъ непремѣнно звѣзднаго ихъ строенія, а лишь указываетъ на то, что источникъ свѣта находится въ твердомъ или жидкомъ состояніи.

2. Звѣздныя скопленія.

Къ числу звѣздныхъ скопленій должны быть отнесены такіе изъ разсматриваемыхъ здѣсь туманныхъ объектовъ, которые или явно состоятъ изъ звѣздъ или же проявляютъ большіе или меньшіе признаки разложимости на нихъ. Но армія этихъ небесныхъ предметовъ замѣтно разбивается на два характерныхъ отряда; во первыхъ,—звѣздныя скопленія правильной формы, именно формы шарообразной: во-вторыхъ,— на скопленія разнообразной, но вообще неправильной формы. Впрочемъ въ послѣднее время Шапли, занимающійся въ Вильсоновой обсерваторіи систематическимъ изученіемъ звѣздныхъ скопленій, предлагаетъ такую классификацію этихъ объектовъ: 1 — шарообразныя скопленія, 2—развернутыя (open) и 3—движущіяся скопленія. Къ послѣднему виду относятся нѣкоторыми астрономами тѣ группы звѣздъ, которыя имѣютъ общія систематическія движенія, нами уже разсмотрѣныя: Гіады, группа Большой Медвѣдицы и пр. Мы сохранимъ прежнее дѣленіе этихъ объектовъ на двѣ группы.

Шарообразныхъ скопленій насчитывается немного болѣе сотни. Они представляются круглыми, съ замѣтнымъ сгущеніемъ звѣздъ къ центру и съ постепеннымъ разрѣженіемъ къ краямъ. Такъ и должно быть, въ случаѣ равномѣрнаго распредѣленія въ скопленіи составляющихъ его звѣздъ. Но въ нѣкоторыхъ изъ шарообразныхъ скопленій повидимому существуетъ не только перспективное, но и дѣйствительное сгущеніе къ центру. По этой причинѣ центръ скопленія всегда ярокъ, и яркость ослабѣваетъ къ краямъ.

Пэзъ (Pease) и Шапли нашли во многихъ шарообразныхъ скопленіяхъ сгущеніе галактическаго характера, т.-е. сгущеніе къ одной плоскости, подобное тому, какъ въ нашей звѣздной системѣ звѣзды вообще сгущены къ плоскости, олицетворяемой срединой Млечнаго Пути. Такія плоскости обнаружены ими по эллипсовидному распредѣленію звѣздъ, въ скопленіяхъ, какъ оно и должно наблюдаться, если наклоненія этихъ плоскостей распредѣлены въ пространствѣ случайно. Въ нѣсколькихъ случаяхъ ими обнаружена одинаковая звѣздная плотность во всѣ стороны отъ центра, что, по объясненію изслѣдователей, соотвѣтствуетъ случаю, если галактическія плоскости расположены приблизительно перпендикулярно къ лучу зрѣнія. Эллиптичность обнаруживается въ скопленіяхъ на всѣхъ разстояніяхъ отъ центра и для всѣхъ величинъ, послѣ того какъ изъ разсчета исключены гигантскія красныя звѣзды, такъ какъ яркія звѣзды, наблюдаемыя въ шарообразныхъ скопленіяхъ, не являются для нихъ типичными.

Вообще поиски закона распредѣленія звѣздъ въ шарообразныхъ скопленіяхъ, въ связи съ предположеніемъ объ аналогіи ихъ структуры съ нашей звѣздной системой, стали въ послѣднее время одной изъ популярныхъ темъ для астрономическихъ изслѣдованій.

Число звѣздъ въ шарообразныхъ скопленіяхъ бываетъ очень велико и опредѣляется иногда десятками тысячъ.

Шарообразныя скопленія занимаютъ исключительное положеніе въ средѣ родственныхъ имъ объектовъ; мы вскорѣ увидимъ, что это устанавливается и особенностью распредѣленія ихъ на небѣ.

Въ средѣ же звѣздныхъ скопленій неправильной формы царитъ большое разнообразіе. Иногда звѣздочки въ нихъ сильно сгущены, иногда разсѣяны на болѣе или менѣе значительномъ пространствѣ. На нѣкоторыхъ скопленіяхъ расположеніе звѣздъ напоминаетъ бисерныя нити; встрѣчаются скопленія въ формѣ круговъ съ выступающими радіусами, почти въ формѣ лучистыхъ звѣздъ, въ видѣ конуса и пр. Одно изъ такихъ скопленій въ созвѣздіи Близнецовъ, въ формѣ пирамиды, имѣетъ въ вершинѣ свѣтящееся пятно, и все скопленіе напоминаетъ внѣшностью комету. Неправильныя скопленія представляютъ еще ту особенность, что въ нихъ, среди звѣздъ, бываютъ видны клочья и волокна туманной матеріи.

Яркость звѣздъ въ шарообразныхъ скопленіяхъ очень незначительна. Всѣ звѣзды являются сильно телескопическими. Есть признаки, будто въ нѣкоторыхъ изъ нихъ звѣзды раздѣляются на двѣ обособленныя группы величинъ безъ промежуточныхъ звеньевъ.

Наоборотъ, въ неправильныхъ скопленіяхъ встрѣчается значительно большее разнообразіе въ величинахъ звѣздъ.

Величины звѣздныхъ скопленій, какъ это отмѣчаетъ Шапли, возрастаютъ съ уменьшеніемъ видимаго діаметра такихъ объектовъ. Онъ приводитъ такое сопоставленіе:

Самая яркая величина звѣздъ.	Средній діаметръ.	Число скопленій.
9	20′	1
11	18	1
12	9.4	7
13	10.0	25
14	4.4	5
15	3.3	3
16	3.0	1

Отсюда, между прочимъ, возникаетъ возможность опредѣленія относительныхъ среднихъ параллаксовъ для звѣздныхъ скопленій по ихъ діаметрамъ или по величинамъ звѣздъ въ нихъ.

При фотографическомъ изслѣдованіи яркостей звѣздъ, американскій астрономъ Бели (Bailey) обнаружилъ въ нѣкоторыхъ шарообразныхъ скопленіяхъ интересный фактъ: въ нихъ замѣчается очень много перемѣнныхъ звѣздъ. Въ 23 изслѣдованныхъ скопленіяхъ среди 19 000 звѣздъ свыше 500 перемѣнныхъ. Нѣкоторыя изъ скопленій особенно богаты перемѣнными звѣздами: напримѣръ, въ скопленіи, обозначаемомъ названіемъ „Messier 3“ изъ 900 звѣздъ 153 оказались перемѣнными. Въ другихъ скопленіяхъ этотъ процентъ значительно ниже. Но въ нѣкоторыхъ изъ изслѣдованныхъ скопленій число перемѣнныхъ звѣздъ было совсѣмъ ничтожнымъ, доходившимъ до 0.1% и менѣе.

Въ одномъ изъ скопленій, называемомъ ω Центавра (рис. 89), 125 открытыхъ перемѣнныхъ звѣздъ были обстоятельно изслѣдованы. Онѣ оказались принадлежащими частью къ перемѣннымъ типа δ Цефея [1]) и Близнецовъ, частью же къ Антальголевымъ звѣздамъ. За немногими исключеніями, періоды измѣненія блеска у нихъ очень коротки. Изъ 125 звѣздъ у 98 періодъ меньше чѣмъ 24 часа. Самые же предѣлы колебанія блеска обыкновенно не велики, менѣе одной звѣздной величины; только у Антальголевыхъ звѣздъ колебанія блеска по большей части превосходятъ одну звѣздную величину. Въ двухъ другихъ скопленіяхъ М (Messier) 3 и М. 5 почти всѣ звѣзды принадлежатъ къ Антальголевому типу, а періоды измѣненія приблизительно равны между собою, будучи близкими къ половинѣ сутокъ.

---

[1]) **Прим.** Перемѣнныя типа звѣздныхъ скопленій (cluster—type), вообще тождественныя съ Цефеидами, обнаруживаютъ ту же, что и онѣ, одновременность въ измѣненіяхъ яркости типа спектра и лучевыхъ скоростей (стр. 94).

Измѣненія блеска въ этихъ перемѣнныхъ отличаются очень большой правильностью; продолжительныя наблюденія пока не обнаружили никакихъ колебаній въ періодахъ перемѣнности.

Удовлетворительнаго объясненія тому, что въ средѣ нѣкоторыхъ изъ шарообразныхъ скопленій такъ много перемѣнныхъ звѣздъ, еще не найдено. Въ неправильныхъ же скопленіяхъ массовой перемѣнности звѣздъ не замѣчено.

Спектральное изслѣдованіе отдѣльныхъ звѣздъ могло быть примѣняемо только къ неправильнымъ скопленіямъ. При этомъ, въ наблюденныхъ примѣрахъ оказалось, что въ скопленіи преобладаетъ тотъ или другой, но лишь опредѣленный спектральный типъ. Если поэтому къ такимъ скопленіямъ оказываются примѣшанными звѣзды и другихъ типовъ, то является возможнымъ, что онѣ не входятъ въ составъ даннаго скопленія, а лишь случайно проектируются на то же мѣсто небеснаго свода. Въ частности, въ Плеядахъ преобладаютъ звѣзды классовъ B и A по Гарвардской классификаціи; въ „Ясляхъ" и „Волосахъ Вереники"—классъ F и примыкающіе къ нему классы B и A и т. д. Вообще спектръ яркихъ звѣздъ въ неправильныхъ скопленіяхъ встрѣчаются всѣхъ классовъ отъ A до K, въ среднемъ же—съ типомъ F.

Иначе обстоитъ со спектроскопіей шарообразныхъ скопленій. Отдѣльныхъ звѣздъ спектрографировать въ нихъ нельзя, а можно получить лишь общій суммарный спектръ всего скопленія. Этотъ спектръ въ сущности производится болѣе яркими звѣздами скопленія и является среднимъ ихъ типомъ. Поэтому большого значенія спектроскопія этихъ предметовъ не имѣетъ; она устанавливаетъ лишь присутствіе въ нихъ обычныхъ и для другихъ звѣздъ классовъ отъ A до G (I и II классы по Секки), дающихъ въ среднемъ видъ спектра класса F по Гарвардской классификаціи. Впрочемъ, въ скопленіи Геркулеса (M. 13) Пэзъ выдѣлилъ по нѣскольку звѣздъ типовъ A, F и G.

Въ цвѣтахъ звѣздъ отдѣльныхъ скопленій существуетъ разнообразіе. Въ скопленіи созвѣздія Геркулеса, напримѣръ, по опредѣленію Барнарда, на 144 звѣзды оказалось 100 желтыхъ и 44 голубыхъ. По опредѣленію Шапли болѣе яркія звѣзды въ этомъ скопленіи красноваты, болѣе слабыя голубоваты. Въ скопленіи M. 37 (въ Возничемъ) находятся преимущественно желтыя и оранжевыя звѣзды, сгруппированныя по капризнымъ линіямъ; въ центрѣ же видна яркая звѣзда огненнаго цвѣта. По описаніямъ, въ шарообразномъ скопленіи Тукана центральная часть красновата, въ то время какъ окружающія ее звѣзды составляютъ бѣловатое кольцо.

Вопросъ о разстояніи этихъ предметовъ остается еще открытымъ Между тѣмъ онъ имѣетъ очень серьезное значеніе, въ виду дѣлав-

шихся нѣкоторыми астрономами предположеній, будто большія звѣздныя скопленія, разрѣшающіяся на звѣзды, не принадлажатъ къ нашей звѣздной системѣ, а являются отдѣльными и самостоятельными звѣздными системами. Въ отношеніи нѣкоторыхъ скопленій, не считая явно близкой отъ насъ, напримѣръ, группы Плеядъ и другихъ подобныхъ ей, есть основаніе предполагать, что они находятся не на чрезвычайно большихъ разстояніяхъ, а входятъ въ составъ нашей звѣздной системы. Въ отношеніи же большинства скопленій, въ особенности шарообразныхъ,—этотъ вопросъ остается не разрѣшеннымъ. Впрочемъ, относительно части шарообразныхъ скопленій можно предполагать, что они не чужды нашей системы, хотя нѣкоторые астрономы держатся противоположнаго взгляда. Напримѣръ, въ самомъ Млечномъ пути, въ мѣстѣ, центръ котораго опредѣляется координатами $\alpha = 17$ ч. 45 м. и $\delta = -30^0$, на небольшой площади ихъ находится довольно значительное количество. Остальныя же шарообразныя скопленія, какъ мы вскорѣ подробнѣе увидимъ расположены въ пространствѣ по иному закону.

Шапли указываетъ на косвенные способы, могущіе дать понятіе о разстояніяхъ шарообразныхъ скопленій.

Одинъ изъ способовъ основанъ на томъ наблюденіи, что типъ измѣненій яркости звѣздъ, свойственный Цефеидамъ, можетъ происходить только въ звѣздахъ съ опредѣленными физическими условіями и яркостью. Это особенно относится къ звѣздамъ съ періодомъ въ половину дня—обычному типу перемѣнныхъ въ скопленіяхъ. Нѣкоторыя скопленія имѣютъ, какъ найдено, большое число подобныхъ перемѣнныхъ. Если вывести среднюю величину такихъ перемѣнныхъ, то-есть среднее между максимальной и минимальной ихъ фазой, то для нѣсколькихъ изъ скопленій получатся такіе результаты:

Скопленіе.	Сред. величина.	Уклоненія не болѣе велич.
М. 3	15.50	±0.08.
М. 5	15.26	0.07
М. 15	15.59	—
ω Центавра	13.57	—

Уклоненія среднихъ величинъ отдѣльныхъ перемѣнныхъ отъ ихъ средняго значенія настолько малы, что даютъ право заключить о значительномъ однообразіи ихъ яркости. Если такъ, то по ихъ среднимъ величинамъ можно заключать объ относительныхъ разстояніяхъ скопленій: очевидно, что ω Центавра много ближе къ намъ, чѣмъ три остальныхъ скопленія. Абсолютное же ихъ разстояніе не можетъ быть опредѣлено даннымъ способомъ, потому что мы не знаемъ абсолютной яркости этихъ перемѣнныхъ.

При гипотезѣ, имѣющей извѣстное правдоподобіе, что абсолют-

ная величина перемѣнныхъ (на разстояніи 10 парсекъ) заключается между $+1^m.5$ и $-0^m.5$, Шапли выводитъ такія примѣрныя разстоянія:

М.: 3, 5 и 15 отъ 6 000 до 17 000 парсекъ
ω Центавра „ 2 500 „ 6 000 „

Разумѣется, иныя величины этихъ перемѣнныхъ совершенно измѣнили бы полученный результатъ.

Видимая величина самыхъ яркихъ звѣздъ въ скопленіи также является мѣриломъ ихъ разстоянія, такъ какъ есть основанія заклю-

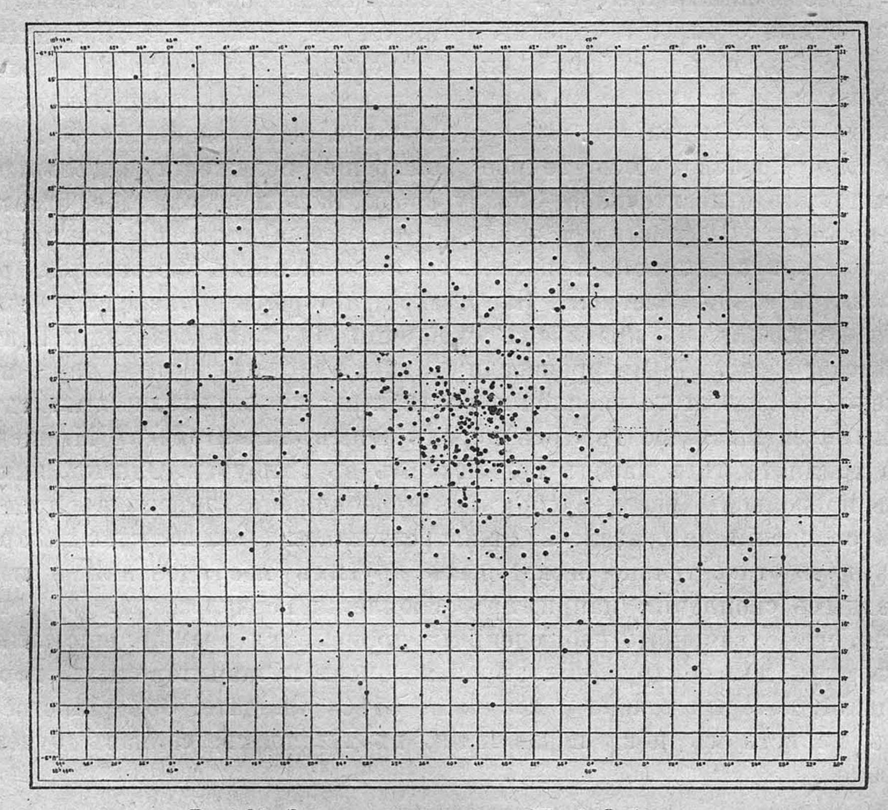


Рис. 84. Звѣздное скопленіе въ Щитѣ Собѣсскаго.

чить, что самыя яркія звѣзды въ шарообразныхъ скопленіяхъ имѣютъ приблизительно одинаковую яркость.

Есть еще возможность использовать, для опредѣленія разстояній, звѣзды типа В, допуская, что ихъ средняя яркость во всѣхъ мѣстахъ вселенной (т.-е. въ отдаленныхъ скопленіяхъ и въ нашей звѣздной системѣ) приблизительно одинакова; такія звѣзды легко могутъ быть выдѣлены въ скопленіяхъ по ихъ показателю цвѣта. Это предположеніе, конечно, еще не доказано, но оно отчасти правдоподобно, такъ какъ по теоретическимъ основаніямъ считается, что звѣзда не мо-

жетъ достигнуть высокой температуры, характеризующей этотъ типъ, если только она не имѣетъ опредѣленнаго минимума массы. Предѣломъ можетъ считаться для B—звѣздъ абсолютная величина +1. 5. Стало быть, если въ скопленіи найдены B—звѣзды величины 15.5, то ослабленіе на 14 величинъ должно быть приписано вліянію разстоянія; это соотвѣтствовало бы разстоянію въ 6000 парсекъ. Шапли по B—звѣздамъ исчисляетъ разстояніе скопленія Геркулеса въ 20 000 парсекъ. Конечно, всѣ приведенныя разстоянія являются не болѣе, какъ примѣрными.

Чрезвычайный интересъ представляетъ вопросъ о томъ, являются ли звѣздныя скопленія особымъ организмомъ, физически связаннымъ между собою при посредствѣ силы тяготѣнія. Это очень вѣроятное само по себѣ допущеніе не получило пока еще подтвержденія, основаннаго на наблюденіяхъ. Въ густыхъ звѣздныхъ скопленіяхъ неоднократно производилось точное измѣреніе положеній отдѣльныхъ звѣздъ, какъ относительное—между собою, такъ и абсолютное, относительно другихъ окрестныхъ звѣздъ. Эта задача была прежде очень трудной и кропотливой, нынѣ же, съ примѣненіемъ фотографіи, работа значительно облегчена. Напримѣръ, авторомъ произведены были такія измѣренія въ красивомъ скопленіи M. 11, въ созвѣздіи Щита Собѣсскаго (рис. 84). Мы произвели сравненіе опредѣленныхъ нами положеній звѣздъ этого скопленія съ такими же опредѣленіями, сдѣланными за шестьдесятъ лѣтъ передъ этимъ Ламонтомъ въ Мюнхенѣ и за тридцать лѣтъ назадъ Гельмертомъ въ Гамбургѣ. Однако, никакихъ признаковъ, указывающихъ на передвиженіе звѣздъ въ предѣлахъ скопленій, не оказалось. Тѣ же результаты были получены астрономами и относительно нѣкоторыхъ другихъ изслѣдованныхъ ими звѣздныхъ скопленій, напримѣръ, скопленія Геркулеса (M. 13). Очевидно, что охваченные наблюденіями промежутки времени еще слишкомъ малы для обнаруженія вѣроятно очень незначительныхъ перемѣщеній, которыя только и возможно здѣсь ожидать. Объ единственномъ извѣстномъ пока исключеніи, въ Плеядахъ, сейчасъ будетъ сказано.

Среди звѣздныхъ скопленій наибольшее право на вниманіе заслуживаетъ всѣмъ извѣстная группа въ созвѣздіи Тельца, называемая Плеядами (рис. 74). Въ русскомъ просторѣчьи она называется Стожарами, но имѣетъ и другія наименованія. Эта группа звѣздъ настолько выдѣляется на небѣ, что у многихъ народовъ она носитъ символическія названія и въ разныя времена давала канву для рисованія относительно ея легендъ и миѳовъ.

Плеяды—вѣроятно самое близкое къ намъ звѣздное скопленіе. Оно отличается и сравнительной простотой строенія и малочислен-

ностью звѣзднаго агрегата. Представляясь близорукимъ въ видѣ слабо свѣтящагося пятна съ зернистой внѣшностью, Плеяды лицамъ съ нормальнымъ зрѣніемъ кажутся группой изъ 6—7 звѣздъ. Болѣе же дальнозоркіе различаютъ въ нихъ до 11 даже до 14 звѣздъ, причемъ большую роль въ числѣ различаемыхъ здѣсь звѣздъ играетъ чистота воздуха. Въ горахъ, на морѣ, въ полѣ—въ Плеядахъ каждый увидитъ болѣе звѣздъ, чѣмъ въ городѣ. Въ горахъ Кавказа, напримѣръ, авторъ безъ особеннаго труда насчитывалъ просто глазомъ въ этой группѣ 15—18 звѣздъ. Въ слабую же трубу здѣсь видно не менѣе сотни звѣздъ, и ихъ число увеличивается по мѣрѣ возрастанія силы трубы.

Когда въ Парижской обсерваторіи, въ 1886-7 г.г., астрономы братья Анри сфотографировали это скопленіе съ помощью нормальнаго 33-сантиметроваго астрографа при экспозиціи въ четыре часа, они нашли въ Плеядахъ около $2^1/_2$ тысячъ звѣздъ. Отсюда возникло, было, мнѣніе о чрезвычайной многочисленности звѣздъ въ Плеядахъ. Авторъ изслѣдовалъ въ Ташкентѣ эту группу также фотографически съ помощью инструмента того же размѣра и типа, какъ и братья Анри, но примѣнялъ болѣе продолжительныя позы: въ 10, $17^1/_2$ и 25 часовъ. Послѣдняя фотографія Плеядъ, снятая въ декабрѣ 1895 года, потребовала девяти ночей наблюденія.

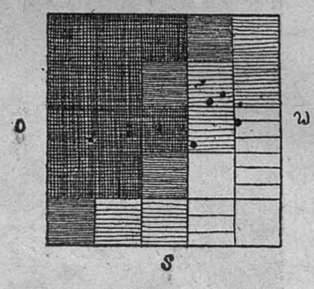


Рис. 85. Распредѣленіе звѣздъ въ Плеядахъ.

На 25 часовой фотографіи, въ той же области, что и у бр. Анри, мы насчитали свыше четырехъ тысячъ звѣздъ до 17-й величины. Въ районѣ въ четыре съ небольшимъ квадратныхъ градуса, имѣющемъ центромъ своимъ главную звѣзду Плеядъ Альціоне, въ среднемъ на каждый квадратикъ со стороной въ 10′ оказалось до 43 такихъ звѣздъ. Но это число измѣняется отъ 59 въ наиболѣе близкомъ къ Млечному Пути мѣстѣ, до 12 въ наиболѣе отдаленныхъ. Между тѣмъ, собственно въ Плеядахъ на томъ же квадратѣ насчитывалось подобныхъ звѣздъ только до 40, т.-е. даже меньше, чѣмъ на всей упомянутой площади неба. Это—въ среднемъ; въ частности же максимумъ звѣздной плотности въ Плеядахъ находится между звѣздами Альціоне и Атласомъ, съ числомъ звѣздъ до 46 на тотъ же квадратъ. Такимъ образомъ, наше изслѣдованіе, результатъ котораго изображенъ на рис. 85-мъ, обнаружило, что столь большое число звѣздъ вовсе не принадлежитъ собственно Плеядамъ, а является случайнымъ. Это обусловливается тѣмъ общимъ закономъ въ распредѣленіи звѣздъ по небу, въ силу котораго число ихъ быстро возрастаетъ, по мѣрѣ приближенія къ Млечному Пути. Поэтому надо заключить, что собственно скопленіе Плеяды состоитъ изъ небольшого сравнительно

числа звѣздъ, вѣроятно только изъ нѣсколькихъ десятковъ или сотенъ преимущественно болѣе яркихъ звѣздъ этого участка неба. Нашъ выводъ былъ подтвержденъ затѣмъ и Пикерингомъ по изслѣдованіямъ въ Гарвардской обсерваторіи.

Самой яркой звѣздой въ группѣ является Альціоне, 4-й величины. Она находится приблизительно въ серединѣ группы. Звѣзда Альціоне извѣстна, между прочимъ, въ исторіи астрономіи по неудачной гипотезѣ профес. Дерптскаго (Юрьевскаго) университета Медлера, приписавшаго ей роль центра всей видимой вселенной. Но было доказано, что съ такимъ же правомъ можно приписать эту роль и

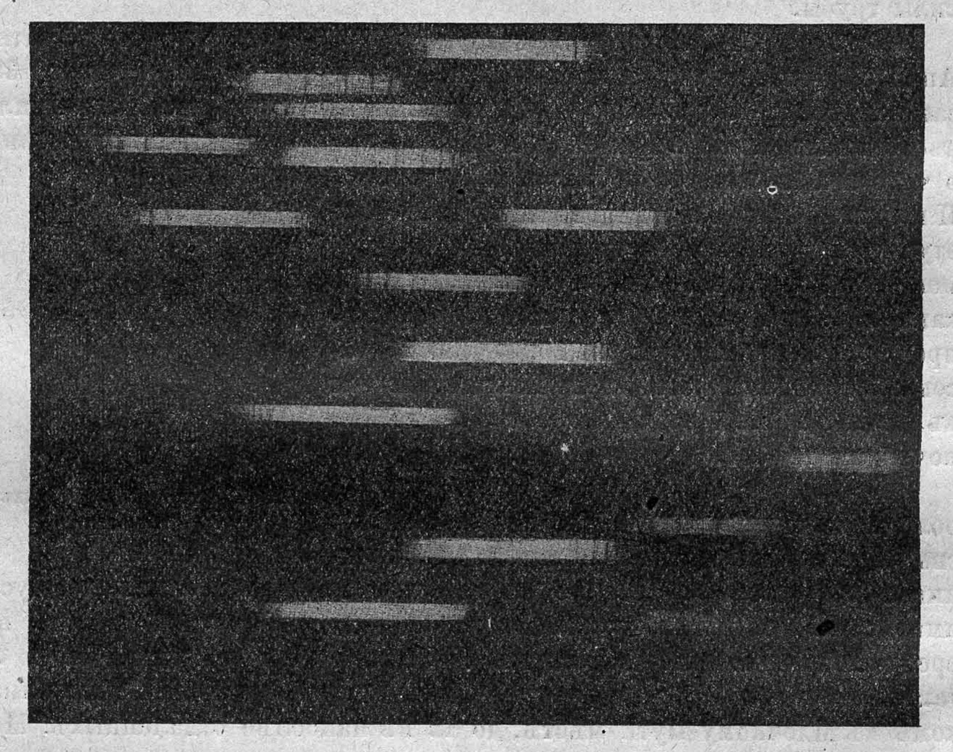


Рис. 86. Спектрограмма Плеядъ, снятая объективной призмой.

всякой другой звѣздѣ. Стоитъ еще запомнить въ Плеядахъ звѣзды: Атласъ и Плейоне (4-й и 6-й величины), Электру (4-й), Меропе, Тайгету и Майю (5-й) и Целено (6-й величины).

Мы уже упоминали, что значительная часть звѣздъ, входящихъ въ Плеяды, обнаруживаетъ приблизительно одинаковое по величинѣ и по направленію движеніе въ пространствѣ; это, безъ сомнѣнія, свидѣтельствуетъ о существованіи родственной связи между звѣздами. Къ тому же выводу приводитъ и спектроскопическое изслѣдованіе группы: преобладающая часть изслѣдованныхъ звѣздъ принадлежитъ къ спектральнымъ типамъ B и A (I класса по Секки) и затѣмъ къ

типу F (I—II класса). Такимъ образомъ, въ Плеядахъ преобладаютъ геліевы звѣзды. Но уже извѣстно о свойствѣ геліевыхъ звѣздъ имѣть крайне ничтожное движеніе. Это можно поставить въ связь съ существующимъ предположеніемъ о томъ, что собственное движеніе звѣздъ въ Плеядахъ является по преимуществу слѣдствіемъ параллактическаго ихъ смѣщенія. Замѣчено, что красноватыя звѣзды Плеядъ имѣютъ движеніе, отличающееся отъ присущаго геліевымъ звѣздамъ; слѣдовательно, красноватыя звѣзды едва ли входятъ въ эту группу.

Въ недавнее время движеніе звѣздъ въ Плеядахъ было обслѣдована Трюмплеромъ (Trümpler). Онъ нашелъ, что собственныя движенія одиннадцати самыхъ яркихъ звѣздъ очень малы, но движенія болѣе слабыхъ происходятъ съ большей скоростью, чѣмъ яркихъ. Такимъ образомъ, собственное движеніе болѣе слабыхъ звѣздъ показываетъ систематическое уклоненіе отъ движенія яркихъ: представляется, что система болѣе слабыхъ звѣздъ Плеядъ перемѣщается по отношенію къ системѣ болѣе яркихъ. Трюмплеръ полагаетъ, что это движеніе вращательное, въ смыслѣ уменьшенія угла положенія, съ періодомъ порядка двухъ милліоновъ лѣтъ; разумѣется, этотъ послѣдній выводъ не можетъ считаться надежнымъ. Точку же радіаціи для собственныхъ движеній Плеядъ точно опредѣлить еще не удалось.

Въ Плеядахъ обнаруженъ въ настоящее время любопытный фактъ,—быть можетъ, распространяющійся и на другія скопленія,— что между яркостью звѣзды и ея спектромъ, или цвѣтомъ, существуетъ правильная зависимость: именно, чѣмъ слабѣе звѣзда, тѣмъ ея цвѣтъ ближе къ желтоватому. Эта же зависимость, конечно, отражается и на характерѣ спектра. Въ данномъ частномъ случаѣ отражается болѣе широкое явленіе, признаки котораго въ послѣднее время улавливаются,—именно, что вообще, съ уменьшеніемъ видимой яркости звѣздъ, ихъ цвѣтъ въ среднемъ измѣняется, и слабыя звѣзды обладаютъ болѣе краснымъ цвѣтомъ, чѣмъ яркія.

Разстоянія звѣздъ въ Плеядахъ, какъ уже отмѣчалось, опредѣляются приблизительно 150—250 свѣтовыми годами.

Однимъ изъ замѣчательныхъ фактовъ въ группѣ Плеядъ является присутствіе въ ея средѣ массы туманной матеріи. Слѣды этого присутствія замѣчались и изъ визуальныхъ наблюденій, между прочимъ съ помощью 30 - дюймоваго рефрактора Пулковской обсерваторіи. Но какъ открытіе туманностей въ Плеядахъ, такъ и ихъ изученіе, составляетъ уже результатъ примѣненій фотографіи. Эти туманности видны въ области, охватывающей большую часть Плеядъ. Онѣ окружаютъ яркія звѣзды, преимущественно Меропе, Майю и Альціоне, и нѣсколько меньше Электру, и окружаютъ ихъ волокнами вихреваго характера. Можно обнаружить спиральное строеніе, съ направленіемъ завитковъ противъ часовой стрѣлки, въ туманности близъ звѣзды Альціоне. Подозрѣвается спиральное строеніе и въ самой мощной изъ

этихъ туманныхъ массъ, около звѣзды Меропе. Фактъ безспорнаго существованія, такимъ образомъ, сравнительно близко отъ насъ туманности спиральнаго строенія заслуживаетъ быть подчеркнутымъ. Почти все пространство между перечисленными звѣздами заполнено туманной матеріей въ видѣ различно направленныхъ волоконъ, клочьевъ и завитковъ.

Но, сверхъ того, въ Плеядахъ замѣчено и еще одно особенное явленіе: туманныя нити, тянущіяся почти по параллелямъ (рис. 87.).



Рис. 87. Туманности, обволакивающія яркія звѣзды въ Плеядахъ.

Эти нити кажутся проходящими черезъ нѣкоторыя изъ звѣздъ. При детальномъ разсмотрѣніи оригинальной фотографіи, на одной изъ такихъ нитей оказались какъ бы нанизанными семь звѣздъ. Впервые эти нити были обнаружены на снимкахъ бр. Анри. Самая яркая изъ нихъ проходитъ черезъ Электру. При болѣе подробномъ изслѣдованіи, эта нить оказывается состоящей изъ двухъ тонкихъ, параллельныхъ между собою туманныхъ нитей. Вторая проходитъ на 4 минуты дуги южнѣе. Она гораздо короче предыдущей. Третья нить, такъ же какъ и предыдущая найденная бр. Анри, проходитъ по склоненію около $+23°55'$. Наконецъ, автору удалось обнаружить еще и четвертую, но болѣе слабую туманную нить, проходящую приблизительно по парал-

лели $+24^{\circ}2'$. Возможно, что такія же нити, загадочный характеръ которыхъ еще не разъясненъ, существуютъ и въ другихъ мѣстахъ района Плеядъ.

Весь характеръ строенія туманныхъ массъ въ Плеядахъ безспорнымъ образомъ обнаруживаетъ интимную связь, существующую между звѣздами и туманной матеріей.

Но, кромѣ того, на фотографіяхъ Барнарда и М. Вольфа открыты обширныя туманныя массы, на далекомъ протяженіи охватывающія пространство вокругъ Плеядъ. Онѣ имѣютъ крайне запутанный характеръ—изъ ряда разорванныхъ клочьевъ. Эти туманности такъ слабы, что могутъ быть обнаружены только мощными инструментами и лишь при многочасовой экспозиціи.

Изъ другихъ неправильныхъ звѣздныхъ скопленій упомянемъ о такъ называемыхъ „Ясляхъ“ или Презепе. Это скопленіе находятся въ созвѣздіи Рака, немного въ сторонѣ отъ средины линіи, соединяющей звѣзды γ и δ Рака. Скопленіе можетъ быть замѣчено и просто глазомъ, конечно, лишь въ безлунную ночь, въ видѣ большого пятна. Здѣсь звѣзды слабы—не свѣтлѣе 7-й величины.

Чрезвычайно красивы два звѣздныхъ скопленія въ созвѣздіи Персея, различаемыя невооруженнымъ глазомъ въ видѣ двухъ туманныхъ пятенъ на фонѣ Млечнаго Пути (рис. 72). Они близки между собою и находятся немного къ сѣверу отъ звѣзды η Персея, на продолженіи дуги, образуемой главными яркими звѣздами созвѣздія. На отдѣльныя звѣзды эти скопленія, обозначаемыя буквами h и χ, раздѣляются уже и въ бинокль, но настоящая красота получается, если разсматривать ихъ въ слабую трубу, съ увеличеніемъ до 50 разъ. Все поле телескопа представляется усыпаннымъ слабыми звѣздочками разныхъ величинъ, которыя тѣснятся въ двухъ отдѣльныхъ группахъ. Безспорно, эти скопленія представляютъ одно изъ самыхъ красивыхъ зрѣлищъ на небѣ. Авторъ фотографировалъ оба скопленія Персея нормальнымъ астрографомъ въ Ташкентѣ при экспозиціи въ 30 часовъ. Общее количество звѣздъ до 17—17.5 величины на этомъ снимкѣ, охватывающемъ площадь немного болѣе четырехъ квадратныхъ градусовъ, оказалось въ 45 тысячъ, или по 11 000 звѣздъ на квадратный градусъ. Но, конечно, собственно на долю скопленій приходится несравненно меньше звѣздъ, вѣроятно, не болѣе нѣсколькихъ сотенъ.

Интереснымъ представителемъ шарообразныхъ скопленій на сѣверномъ небѣ является извѣстное скопленіе въ Геркулесѣ, находящееся между звѣздами ζ и η этого созвѣздія, ближе къ η (рис. 88). Оно можетъ быть замѣчено и въ бинокль, но гораздо интереснѣе его разсматривать въ телескопъ среднихъ размѣровъ. Тогда все оно кажется усыпаннымъ мельчайшими звѣздочками. Скопленіе Геркулеса

неоднократно фотографировалось, и на снимкѣ обсерваторіи Вильсонъ, въ этомъ пятнышкѣ, съ діаметромъ около 4′, насчитали свыше 27 000 звѣздъ, отъ 12-й до 17-й вел. Если бы столь густое скопленіе имѣло видимые размѣры Луны, на немъ насчитывалось бы свыше полутора

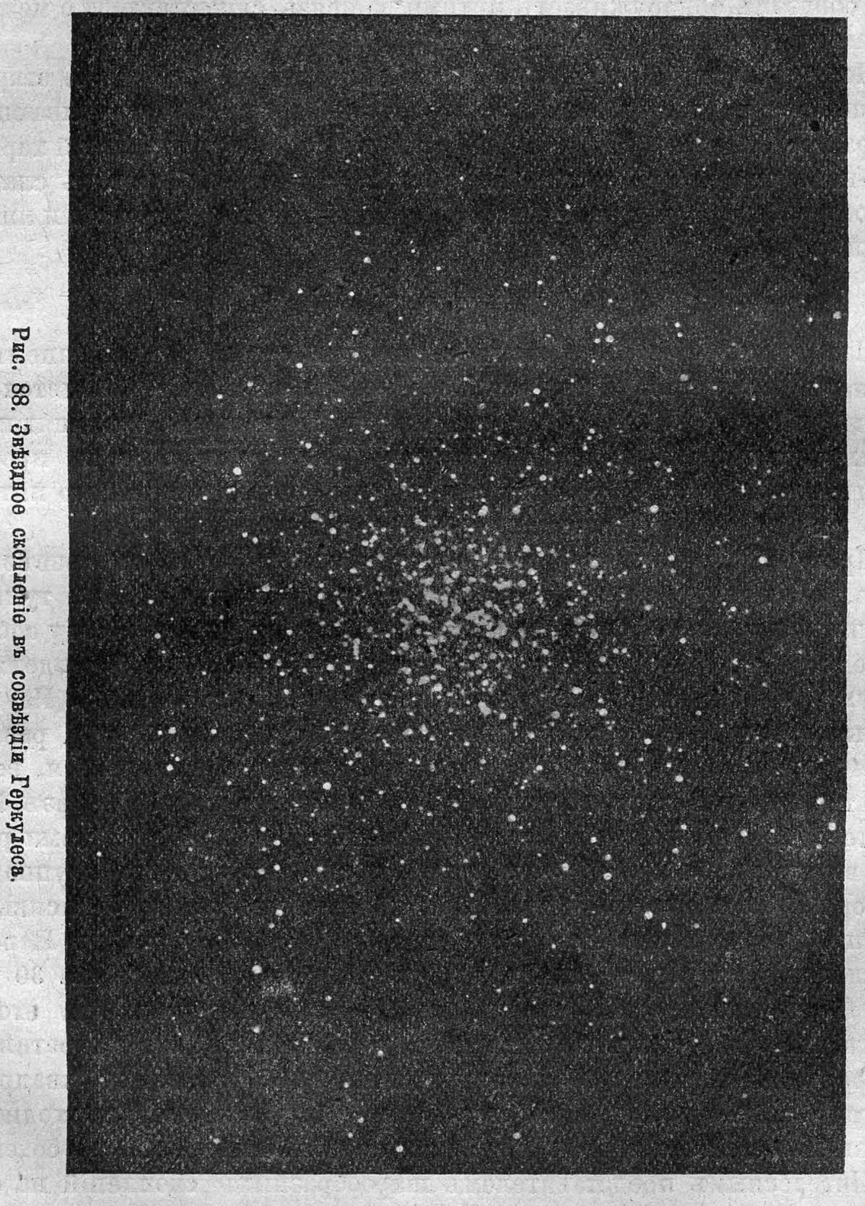


Рис. 88. Звѣздное скопленіе въ созвѣздіи Геркулеса.

милліона звѣздъ. На приложенномъ снимкѣ скопленія можно видѣть легкій туманный фонъ; это туманное облако не является туманностью, а лишь многочисленнымъ скопленіемъ мелкихъ звѣздочекъ, которое на фотографическихъ снимкахъ, сдѣланныхъ рефлекторомъ, разрѣшается на отдѣльныя звѣздочки.

Еще интереснѣе два шарообразныя скопленія южнаго неба въ созвѣздіи Тукана и близъ ω Центавра. Первое изъ нихъ, находящееся въ крайне бѣдной блестящими звѣздами области неба, замѣчается и невооруженнымъ глазомъ. Въ немъ ясно выражено сгущеніе очень многочисленныхъ звѣздъ къ центру. Второе, производящее на глазъ впечатлѣніе звѣзды 4—5 величины, чрезвычайно обильно мелкими звѣздами. Едва ли оно не самое богатое въ этомъ отношеніи на всемъ небѣ (рис. 89). Его дѣйствительный внѣшній діаметръ—около 40′, т.-е. больше, чѣмъ у Луны. Самыя яркія изъ звѣздъ имѣютъ 8—9 величину, но гораздо многочисленнѣе болѣе слабыя звѣзды.

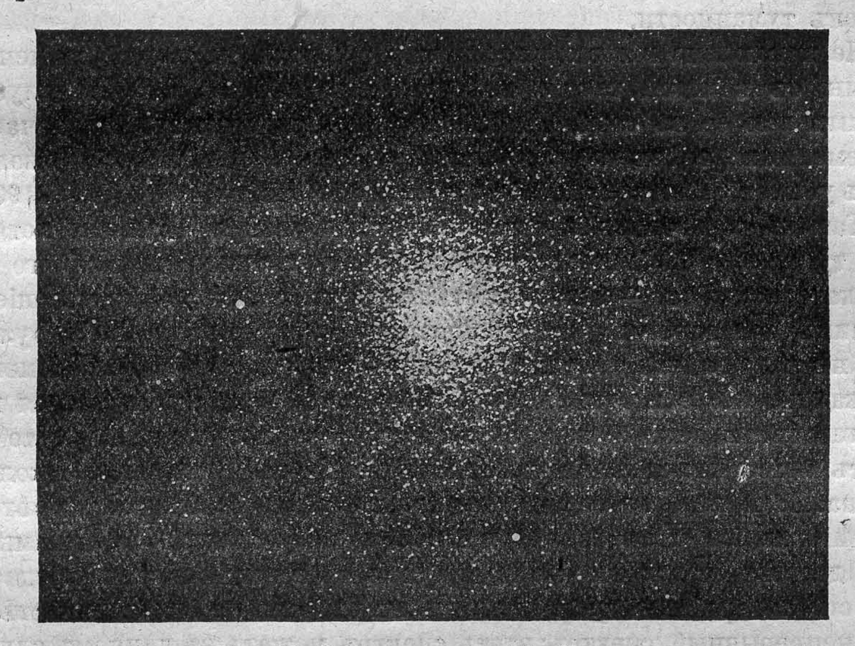


Рис. 89. Звѣздное скопленіе ω Центавра.

3. Туманности.

Міръ туманностей представляетъ собою въ сущности почти сплошь загадочную еще область. То, что о нихъ извѣстно,—не больше крупицы по сравненію съ остающимся неизвѣстнымъ. Возможно, что болѣе основательное знакомство съ этимъ міромъ откроетъ такіе горизонты, что передъ ними современныя знанія физики неба окажутся ничтожными.

Подъ понятіемъ туманности обыкновенно подразумѣваютъ газообразныя туманныя пятна. Но такое ограниченіе едва ли правильно. Иногда колоссальныя пространства неба заняты слабо свѣтящимися массами матеріи, которыя открываются только при посредствѣ фотографіи. Одинъ примѣръ подобныхъ массъ туманностей намъ уже из-

вѣстенъ—въ окрестностяхъ Плеядъ. Такія области не состоятъ изъ пелены звѣздныхъ міровъ; это мы можемъ предполагать не безъ основанія. Но дѣйствительно ли онѣ газообразны, этого мы не знаемъ.

Съ другой стороны, извѣстно, что въ небесномъ хозяйствѣ существуютъ массы космическаго матеріала, своего рода пыли, которая обнаруживается, между прочимъ, въ явленіи кометъ. Но кометные рои—это явленіе мелкое, хотя и многочисленное. Между тѣмъ возможно и вѣроятно существованіе въ пространствѣ колоссальныхъ скопищъ того же космическаго матеріала, который по внѣшнему виду подобенъ огромной кометѣ, или—по тождеству ихъ внѣшняго вида—подобенъ туманности.

Не исключена и возможность встрѣчи хотя бы нашей солнечной системы съ кометой такого колоссальнаго объема, которая глубоко вмѣститъ всю ее въ себя. Приблизительно такое явленіе встрѣчается во временныхъ звѣздахъ и, въ частности, въ явленіяхъ, сопровождавшихъ убываніе блеска временной звѣзды въ созвѣздіи Персея въ 1901 г.

Такимъ образомъ, нельзя не допускать возможности, что хотя бы часть туманностей является колоссальнымъ скопленіемъ мелкаго космическаго матеріала,—быть можетъ, даже пыли. Подобное явленіе съ большимъ основаніемъ уже заподозрѣно въ туманностяхъ, окружающихъ нѣкоторыя изъ звѣздъ Плеядъ, въ особенности Меропе. Именно, допускаютъ, что эти туманности являются не самосвѣтящимися массами газовъ, ни, тѣмъ болѣе, скопленіемъ слабыхъ звѣздъ, но что онѣ имѣютъ метеорное строеніе, напоминающее строеніе кометъ или колецъ Сатурна. Если такъ, то туманности въ Плеядахъ освѣщаются свѣтомъ ближайшихъ къ нимъ звѣздъ и только потому становятся видимыми. Такія допущенія хорошо гармонируютъ съ тѣми фактами, когда туманность совершенно не разложима на звѣзды, но даетъ вмѣстѣ съ тѣмъ непрерывный спектръ; этотъ спектръ можетъ въ данномъ случаѣ получаться либо какъ результатъ собственнаго свѣченія мельчайшихъ твердыхъ тѣлецъ, либо же какъ результатъ отраженія этими тѣльцами посторонняго, падающаго на нихъ свѣта.

Подобное же явленіе обнаружено Сляйферомъ (Slipher) въ туманности у ρ Офіуха: на снимкѣ съ 20-часовой экспозиціей спектръ туманности оказался, повидимому, повтореніемъ спектра самой звѣзды; если такъ, то туманность свѣтится отраженнымъ отъ звѣзды свѣтомъ, по примѣру того, какъ это имѣетъ мѣсто въ Плеядахъ. Въ обоихъ случаяхъ наблюдается также относительный недостатокъ слабыхъ звѣздъ, какъ будто ихъ свѣтъ поглощенъ темными массами туманности. Недавно М. Вольфъ обнаружилъ точно такое же явленіе въ спектрѣ туманности NGC[1]) 7023, окружающей звѣзду BD + 67°. 1283. Спек-

[1]) NGC — New General Catalogue Dreyer'a, самый полный каталогъ туманностей и звѣздныхъ скопленій.

тральныя фотографіи показали, что спектръ звѣзды принадлежитъ къ типу А, а спектръ туманности ей идентиченъ, не показывая никакихъ признаковъ линій, характерныхъ для газовыхъ туманностей; очевидно, что и эта туманность свѣтится отраженнымъ отъ звѣзды свѣтомъ.

Далѣе, остается загадочнымъ вопросъ о причинѣ свѣченія туманностей. Естественный отвѣтъ, который въ прежнее время и давали, былъ тотъ, что это происходитъ вслѣдствіе собственной высокой температуры этихъ небесныхъ тѣлъ, поддерживаемой хотя бы такими же процессами, какіе наблюдаются въ звѣздахъ въ видѣ постепеннаго сжатія ихъ и т. п. Но такое объясненіе перестало уже удовлетворять астрономовъ. Для свѣченія газа вовсе не необходима непремѣнно высокая его температура, и въ настоящее время все болѣе и болѣе утверждается взглядъ на то, что свѣтъ туманностей происходитъ отъ электрическаго свѣченія ихъ при низкой температурѣ. Въ разсматриваемомъ вопросѣ еще много неяснаго, но во всякомъ случаѣ нѣтъ больше основаній приписывать туманностямъ ни непремѣнно высокой температуры, ни непремѣнно ихъ собственнаго свѣченія.

Мы уже видѣли, что въ небесныхъ глубинахъ обнаружены тѣла не свѣтящіяся. Напомнимъ о перемѣнныхъ и временныхъ (новыхъ) звѣздахъ. Этого слѣдовало ожидать и à-priori, такъ какъ высокая температура небесныхъ тѣлъ не можетъ поддерживаться безконечно, и тѣла охлаждаются вслѣдствіе лучеиспусканія въ междузвѣздное пространство. Отсюда лишь нѣсколько шаговъ до слабой видимости, а затѣмъ и до полной невидимости небеснаго тѣла. Тѣмъ болѣе этого слѣдовало бы ожидать въ явленіи туманностей, гдѣ крайне разрѣженная газовая масса, парящая въ пространствѣ съ температурой, близкой къ -273° мороза (по Цельсію), конечно, быстро охладится, и нельзя придумать, откуда бы могъ явиться такой источникъ, который извнѣ поддерживалъ бы сколько-нибудь длительно высокую температуру туманности.

Слѣдовательно, вполнѣ возможно и вѣроятно существованіе въ пространствѣ невидимыхъ массъ туманной матеріи, и разные факты какъ будто подтверждаютъ это допущеніе.

При такихъ условіяхъ вопросъ о числѣ туманностей, видимыхъ на небѣ, имѣетъ только относительное значеніе. Если считаться лишь съ отдѣльными туманными пятнами, включая въ ихъ число и такія, которыя скрываютъ въ себѣ звѣздное строеніе, то общее ихъ число, поскольку это доступно современнымъ средствамъ наблюденія, опредѣляется сотней или нѣсколькими сотнями тысячъ [1]). Но неудобно

[1]) *Прим.* По исчисленію Фаэса (Fath), на всемъ небѣ должно бы быть видно около 162 000 туманностей. Едва ли можно давать напередъ такія точныя цифры, какъ бы считаясь съ тѣмъ, будто вселенная ограничивается тѣми предѣлами, которые сейчасъ доступны нашему изслѣдованію.

вводить въ счетъ на равныхъ правахъ и слабое пятнышко, съ трудомъ отличающееся отъ звѣздъ, и туманную область столь обширныхъ размѣровъ, передъ которыми останавливается въ изумленіи наше воображеніе. Затѣмъ, не всегда можно быть увѣреннымъ въ томъ, что слабыя туманныя пятна являются дѣйствительно самостоятельными, каждое, небесными объектами, а не являются просто болѣе яркими мѣстами одной значительной туманности, въ то время какъ главная ея масса еще не доступна наблюденіямъ. Во всякомъ случаѣ, число очень обширныхъ туманностей не велико, но мелкими туманными объектами небо прямо таки усѣяно.

Какъ мы уже говорили, Гэггинсу удалось впервые обнаружить, что спектръ нѣкоторыхъ туманностей происходитъ отъ массъ свѣтящагося газа. Гэггинсу же удалось также первому получить хорошія фотографіи спектровъ туманностей. Послѣ этого дѣло спектральнаго ихъ изслѣдованія развилось, преимущественно въ сѣверо-американскихъ обсерваторіяхъ и отчасти въ нѣмецкихъ. При всемъ томъ до сихъ поръ въ этомъ дѣлѣ получены лишь первые результаты. Въ качествѣ предварительныхъ основъ классификаціи спектровъ этихъ объектовъ, можно указать, что въ средѣ туманностей характерными являются слѣдующія группы спектровъ: во-первыхъ, такіе, въ которыхъ видны яркія линіи,—иногда на темномъ, иногда же на радужномъ фонѣ непрерывнаго спектра, и, во-вторыхъ, такіе, которые имѣютъ непрерывный спектръ съ темными линіями поглощенія. Въ спектрахъ перваго рода, съ яркими линіями, свѣтъ сосредоточенъ въ немногихъ точкахъ; поэтому онъ ярче и доступнѣе наблюденіямъ; онъ по преимуществу и изученъ въ средѣ туманностей. Наоборотъ, непрерывный спектръ съ темными линіями очень слабъ, доступенъ лишь мощнымъ спектрографамъ, а потому еще мало изученъ.

Спектры съ яркими линіями, конечно, показываютъ, что источникомъ свѣта является масса газовъ; второго же рода спектры доказываютъ либо существованіе въ газовой оболочкѣ твердыхъ частицъ, доведенныхъ до свѣченія, либо же еще—какъ, напримѣръ, въ туманностяхъ группы Плеядъ, около ρ Офіуха, NGC 7023 и вокругъ новой звѣзды въ Персеѣ—отраженіе частицами туманной матеріи свѣта, попадающаго на нихъ отъ посторонняго источника.

Что касается спектра газовыхъ туманностей, то въ нихъ всего замѣчено около 70 различныхъ спектральныхъ линій, изъ которыхъ отождествлены линіи, принадлежащія водороду и гелію. Остальныя не удалось еще отождествить съ какими-либо изъ извѣстныхъ земныхъ элементовъ. Однако, по крайней мѣрѣ двѣ изъ нихъ—а, вѣроятно, значительно болѣе—встрѣчаются во всѣхъ газовыхъ туманностяхъ. Онѣ являются настолько характернымъ признакомъ ихъ газо-

вого строенія, что эти линіи принято относить къ гипотетическому элементу „небулію", существованіе котораго только въ туманностяхъ пока и усматривается.

Туманности съ непрерывнымъ спектромъ до сихъ поръ, какъ говорилось, очень мало обслѣдованы; замѣчено, что вообще эти спектры недостаточно напоминаютъ обычные звѣздные спектры и подходятъ только къ позднѣйшимъ эволюціоннымъ видамъ, именно къ типамъ G и K по Гарвардской классификаціи. Этого рода спектры преобладаютъ среди такъ называемыхъ спиральныхъ туманностей.

Мы коснемся еще вопроса о спектрахъ туманностей при разсмотрѣніи какъ отдѣльныхъ типовъ этихъ объектовъ, такъ и болѣе интересныхъ ихъ представителей. Замѣтимъ лишь, что вообще заключающіеся въ нихъ газы распредѣлены очень неравномѣрно, какъ и должно быть въ подобной смѣси свѣтящихся газовъ, гдѣ давленіе, температура, электрическія условія и пр. и не могутъ быть постоянными, и что, кромѣ гипотетическаго небулія, въ газовыя туманности несомнѣнно входятъ водородъ и гелій; но водородъ, повидимому, входитъ въ нихъ въ какомъ-то особенномъ состояніи, такъ какъ въ его спектрѣ, получаемомъ отъ туманностей, не видно одной изъ очень яркихъ и характерныхъ для водорода спектральныхъ линій (C), наблюдаемой въ другихъ небесныхъ тѣлахъ. Отсюда нельзя заключать объ отсутствіи другихъ элементовъ въ составѣ туманностей, такъ какъ возможно, что молекулы болѣе тяжелыхъ газовъ находятся въ центральныхъ частяхъ туманностей, и мы не въ состояніи ихъ обнаружить, въ то время какъ легкіе газы, водородъ и гелій, а также и небулій, скоплены на ихъ внѣшнихъ частяхъ.

Никольсонъ (Nicholson) характеризуетъ химическое состояніе газовыхъ туманностей, какъ самое первоначальное состояніе матеріи; спектръ же туманности можетъ быть описанъ, какъ спектръ хаоса. По его мнѣнію, электроны въ туманностяхъ не держатся очень крѣпко въ атомахъ, а долженъ происходить непрерывный ихъ обмѣнъ, съ необходимой бомбардировкой атомовъ свободными электронами, чѣмъ вѣроятно и вызывается свѣтимость туманностей.

Было вполнѣ естественнымъ, что съ давнихъ поръ дѣлались попытки внести въ нѣсколько хаотическій міръ туманностей систему, классифицируя эти объекты по внѣшнимъ признакамъ. Однако такіе опыты не были вообще успѣшными, и, повидимому, не существуетъ болѣе основаній приводить довольно долго примѣнявшуюся классификацію В. Гершеля.

Кажется цѣлесообразнымъ подраздѣлять туманности, во-первыхъ, на безформенныя—по крайней мѣрѣ въ свѣтящейся ихъ части, такъ какъ возможно и вѣроятно продолженіе туманности въ видѣ несвѣ-

тящихся массъ—и, во-вторыхъ, на туманности, имѣющія болѣе или менѣе правильную геометрическую форму; иногда, и не безъ основанія, выдѣляютъ изъ среды послѣднихъ еще спиральныя туманности.

Безформенныя туманности не очень многочисленны; но обыкновенно онѣ очень велики. Вѣроятно, этотъ послѣдній признакъ иллюзоренъ, то-есть именно въ сравнительно близкихъ къ намъ туманностяхъ, кажущихся вслѣдствіе близости и особенно большими, есть возможность усмотрѣть неправильность формы. Точно такія же туман-



Рис. 90. Туманность въ созвѣздіи Лебедя.

ности, но находящіяся гораздо дальше, представились бы въ видѣ пятнышка—своей наиболѣе яркой части,—и приблизительно правильныхъ очертаній. Во всякомъ случаѣ, подобныя большія и безформенныя туманности имѣютъ безспорно газообразное строеніе, какъ это доказывается ихъ спектромъ.

Изъ числа туманностей правильной формы прежде всего останавливаютъ на себѣ вниманіе такъ называемыя планетныя туманности. Въ телескопъ онѣ представляются въ видѣ маленькихъ круглыхъ дисковъ, — иногда эллипсовъ, болѣе или менѣе рѣзко очерченныхъ. Онѣ слабо сіяютъ однообразнымъ и напоминающимъ планеты свѣтомъ. На всемъ дискѣ такія туманности имѣютъ ровное зеленова-

тое освѣщеніе; только къ краямъ нѣкоторыхъ изъ нихъ замѣчается уменьшеніе блеска. Но бываетъ, что при детальномъ обслѣдованіи въ болѣе мощные телескопы эта правильность освѣщенія исчезаетъ, и туманность обнаруживаетъ сравнительно сложную структуру: свѣтлыя кольца, отдѣльныя ядра матеріи и т. п. Слѣдовательно, внѣшній однообразный ровный планетный блескъ такого объекта не является еще окончательнымъ указаніемъ на дѣйствительный характеръ его строенія. По спектру видно, что подобныя туманности газообразны; въ нихъ, такъ же какъ и въ безформенныхъ, замѣтны линіи водорода, гелія и тѣ линіи, которыя приписываются небулію. Небольшая часть не имѣетъ вовсе непрерывнаго спектра; въ большинствѣ же планетныхъ туманностей, вмѣстѣ съ яркимъ линейчатымъ, виденъ и непрерывный спектръ.

Далѣе, интересны сравнительно немногочисленныя туманности въ формѣ кольца. На болѣе выдающемся ихъ представителѣ мы еще остановимъ вниманіе читателя. Кольцо представляется довольно простымъ, если примѣнять къ наблюденію сравнительно слабые инструменты. При болѣе сильныхъ же обнаруживаются на кольцѣ отдѣльные перерывы яркости, свѣтовые узлы и т. п. Очень возможно, что такія туманности принадлежатъ къ общей семьѣ планетныхъ, и на это наводитъ также общность ихъ спектра. Кэмпбелль и Мурь, по крайней мѣрѣ, удостовѣряютъ, что ими отмѣчено значительное число кольцевыхъ формъ среди планетныхъ туманностей.

Слѣдующимъ выдающимся типомъ можно считать туманныя звѣзды, т.-е. сгустки матеріи, напоминающія обыкновенныя звѣзды но съ мощной въ нихъ туманной оболочкой. Точки-звѣзды, находящіяся среди туманности, занимаютъ въ ней обыкновенно правильное центральное положеніе. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ туманной звѣздѣ находится болѣе одного яркаго центра. Вообще этотъ классъ мало изслѣдованъ. Въ ихъ спектрахъ обнаруживается газовое строеніе; кромѣ того, виденъ обыкновенный звѣздный спектръ ядра, съ нѣкоторыми линіями поглощенія.

Затѣмъ, совершенно исключительнаго вниманія заслуживаютъ туманности въ формѣ спиралей. Этотъ классъ чрезвычайно многочисленъ; нѣкоторые астрономы полагаютъ, что въ туманномъ мірѣ спиральная форма является преобладающей и едва ли не исключительной. Въ такомъ мнѣніи есть явное преувеличеніе. Однако, число доступныхъ наблюденіямъ спиральныхъ туманностей дѣйствительно исчисляется десятками тысячъ; въ этомъ убѣждаютъ наблюденія американскаго астронома Килера. Повидимому, многія изолированныя туманныя массы являются спиральными туманностями.

Слѣдуетъ имѣть въ виду, что далеко не всѣ дѣйствительно спиральныя туманности представляются намъ въ этой формѣ. Если плоскость, въ которой лежатъ вѣтки спиралей, приблизительно совпада-

етъ съ лучомъ зрѣнія, мы увидимъ туманность въ формѣ линіи; при небольшомъ наклонѣ — въ видѣ крайне сжатаго эллипса или веретена и т. п. Лишь при замѣтномъ наклонѣ распознается дѣйствительно спиральная форма. То же замѣчаніе можетъ быть сдѣлано и относительно малочисленнаго класса кольцеобразныхъ туманностей, тѣмъ болѣе, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ ихъ кольца могутъ оказываться лишь болѣе яркими мѣстами двухъ вѣтвей спирали.



Рис. 91. Большая туманность въ созвѣздіи Оріона.

Иногда кажется, будто вѣтви спирали плаваютъ въ болѣе нѣжной туманной массѣ. Въ средѣ спиральныхъ туманностей замѣчается нерѣдко много сгустковъ въ формѣ туманныхъ звѣздъ, иной разъ въ числѣ нѣсколькихъ сотенъ или даже нѣсколькихъ тысячъ. Вообще форма спиральныхъ вѣтвей бываетъ довольно запутанной. Обыкновенно наблюдаются двѣ вѣтви, яркость которыхъ, по мѣрѣ удаленія отъ центра, постепенно ослабѣваетъ.

Спектры подобныхъ объектовъ являются непрерывными, съ линіями поглощенія; мы уже говорили, что они подходятъ по харак-

теру къ спектрамъ звѣздъ, далеко ушедшихъ въ своей эволюціи. Въ общемъ, однако, свѣдѣнія о спектрахъ спиральныхъ туманностей очень ограничены, между прочимъ потому, что наблюденію могутъ подвергаться только самыя яркія мѣста туманностей.

Разсмотримъ теперь ближе нѣсколько изъ наиболѣе интересныхъ представителей туманнаго міра. Начнемъ съ безформенныхъ туманностей.

Среди этихъ послѣднихъ, какъ и среди всѣхъ вообще туманностей, безспорно первое мѣсто по интересу представляетъ знаменитая большая туманность въ созвѣздіи Оріона (рис. 91).

Этой туманности, въ смыслѣ ея изученія, посчастливилось болѣе всѣхъ другихъ. Благодаря раннему времени открытія, причудливой формѣ и величинѣ, а также нахожденію своему на самомъ видномъ мѣстѣ обращающаго на себя вниманіе созвѣздія Оріона, туманность съ давнихъ поръ подвергалась тщательному наблюденію.

Находится она, какъ извѣстно, близъ трехъ звѣздъ „пояса Оріона", и въ ней заключена знаменитая кратная звѣзда ϑ Оріона (рис. 92).

Размѣры туманности чрезвычайно велики. Наиболѣе яркая часть превосходитъ по величинѣ дискъ Луны, но дѣйствительное протяженіе туманности гораздо больше. Четыре болѣе яркія звѣзды ϑ Оріона образуютъ трапецію, сверху которой находится самая яркая часть туманности и, вмѣстѣ съ тѣмъ, самая запутанная по строенію. Эта центральная часть носитъ названіе „области Гюйгенса". Отъ центральной части и идутъ развѣтвленія свѣтлой матеріи.

Туманность Оріона дѣйствительно замѣчательный небесный объектъ, въ которомъ капризная игра силъ создала странныя и запутанныя образованія свѣтлой и темной матеріи. Описаніе туманности было бы трудомъ, едва ли не безполезнымъ. Гораздо поучительнѣе разсмотрѣть фотографію этой хаотической туманности, снятую съ помощью сильнаго рефлектора.

Надо сказать объ особенности окрестностей туманности Оріона; эта особенность, впрочемъ, свойственна и нѣкоторымъ другимъ большимъ туманностямъ. Именно, въ ихъ окрестностяхъ очень мало звѣздъ вообще, а тѣ, которыя и замѣчаются, обладаютъ сравнительно большой яркостью. Фактъ этотъ имѣетъ, однако, довольно надежное объясненіе, —то именно, что вокругъ видимой части туманности вѣроятно существуютъ еще темныя массы туманности, поглощающія свѣтъ слабыхъ звѣздъ.

Эта газообразная туманность—ея газообразное строеніе доказано съ помощью спектроскопа совершенно безспорно—заключаетъ въ себѣ, повидимому, зачатки разныхъ фазъ звѣздной эволюціи. Въ однихъ мѣстахъ еще трудно предвидѣть, къ чему приведетъ хаотическую массу

игра силъ. Въ другихъ замѣтно стягиваніе газовой массы въ узлы, какъ бы въ зародыши образующихся звѣздъ. Въ третьихъ мѣстахъ, наконецъ, наблюдаются массы, настолько сгустившіяся, что ихъ съ основаніемъ можно принять за звѣзды.

Такимъ образомъ, и эта туманность нагляднымъ образомъ свидѣтельствуетъ о существованіи родственной связи между звѣзднымъ и туманнымъ матеріаломъ. Въ частности, спектральное изслѣдованіе даетъ указаніе на то, что существуетъ генетическая связь между туманностью и нѣкоторыми звѣздами этого созвѣздія, особенно же со звѣздами трепеціи θ Оріона. На туманности, впрочемъ, видно не мало и такихъ звѣздъ, которыя должны на нее случайно лишь проектироваться, но которыя въ дѣйствительности находятся между нами и туманностью Оріона.

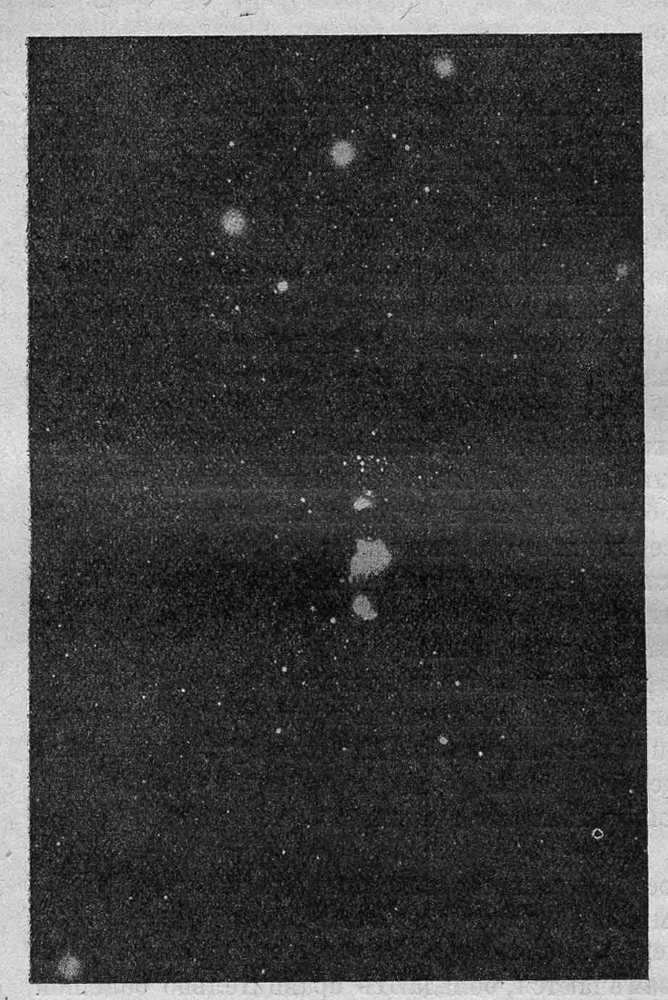


Рис. 92. Мѣсто туманности въ созв. Оріона.

При общности химическаго состава всей туманности, замѣчено, что физическое ея состояніе въ разныхъ мѣстахъ различно. Газы туманности въ отдѣльныхъ мѣстахъ, повидимому, смѣшаны въ разныхъ процентныхъ отношеніяхъ. Это сказывается по различному виду туманности, при фотографированіи ея въ монохроматическомъ изображеніи, даваемомъ отдѣльными линіями спектра.

Спектроскопическое опредѣленіе скорости лучевого движенія обнаружило, что туманность движется отъ Солнца со скоростью около 16 километровъ въ секунду. Однако, въ разныхъ отдѣльныхъ частяхъ скорость движенія не одинакова, Надо, впрочемъ, вспомнить,

что примѣрно съ тою же скоростью Солнце удаляется отъ этой туманности. Поэтому почти всю наблюденную лучевую скорость туманности Оріона надо отнести за счетъ нашего отъ нея отдаленія. Выходитъ, такимъ образомъ, что туманность Оріона почти неподвижна въ пространствѣ. Фактъ этотъ требуетъ, однако, дальнѣйшаго изслѣдованія.

Французскіе астрономы Бюиссонъ (Buisson), Фабри (Fabry) и Бурже (Bourget) обнаружили въ этой туманности спектроскопическимъ способомъ тотъ замѣчательный фактъ, что въ области Гюйгенса, точнѣе, въ „трапеціи", происходятъ внутреннія движенія массъ туманности, благодаря которымъ разность въ скоростяхъ достигаетъ 10 килом. въ секунду. По отношенію къ средней скорости сѣверо-восточная область отступаетъ отъ насъ со скоростью до пяти километровъ, а юго-западная движется по направленію къ намъ приблизительно съ такою же скоростью. Такимъ образомъ, изученная часть туманности обнаруживаетъ родъ вращательнаго движенія около линіи юго-востокъ и сѣверо-западъ. Этотъ результатъ, свидѣтельствующій о томъ, что на туманность нельзя смотрѣть, какъ на огромную массу инертнаго газа, подтвержденъ также наблюденіями и въ другомъ мѣстѣ.

Съ давнихъ поръ подозрѣвалось, что туманность измѣняетъ со временемъ свой видъ. Визуальныя наблюденія, однако, не настолько надежны, чтобы могли дать здѣсь рѣшающія указанія. Этихъ указаній надо ожидать отъ фотографіи, которая въ данномъ случаѣ своего рѣшенія еще не сказала.

Очень замѣчательно, что громадная и сама по себѣ туманность Оріона окружена другой, еще обширнѣе, которая въ большей или меньшей мѣрѣ извивается едва ли не по всему созвѣздію Оріона. Возможно, что между внѣшней и внутренней туманностями существуетъ родственная связь.

Изъ другихъ неправильныхъ туманностей можно упомянуть объ очень оригинальной туманности, называемой Сѣверной Америкой, въ созвѣздіи Лебедя, недалеко отъ α Лебедя (рис. 110), о волокнистой туманности въ Лебедѣ (рис. 90) и т. д.

Среди туманностей правильной формы наибольшаго вниманія заслуживаетъ, конечно, большая туманность въ созвѣздіи Андромеды.

Въ малосильные инструменты туманность представляется въ эллиптической формѣ, причемъ блескъ ея очень сильно возрастаетъ, по мѣрѣ приближенія къ центру. Возрастаніе заканчивается центральнымъ сгущеніемъ съ ядромъ туманности, діаметромъ около 8′. Но

фотографіи туманности, снятыя при долговременной экспозиціи могучимъ инструментомъ, показываютъ, что центральное ядро окружено свѣтлыми кольцами. Въ этихъ кольцахъ можно явственно разсмотрѣть вѣтви спирали. Такимъ образомъ, туманность Андромеды является спиральной, но расположенной подъ значительнымъ угломъ къ лучу зрѣнія, идущему отъ насъ къ этому объекту, почему вся туманность и кажется при слабыхъ оптическихъ средствахъ въ формѣ эллипса (рис. 93).

Весь внѣшній обликъ этой туманности таковъ, что въ ней естественнѣе всего было бы предположить газообразное строеніе. Однако, спектроскопъ этого не подтверждаетъ. Спектръ туманности Андромеды явно непрерывный. Нѣкоторые астрономы полагаютъ даже, что на этомъ спектрѣ есть слѣды Фраунгоферовыхъ линій, хотя другими наблюдателями это и оспаривается. Поэтому въ туманности Андромеды можно было бы подозрѣвать видимое въ большомъ отдаленіи отъ насъ колоссальнѣйшее скопище звѣздъ, причемъ эти звѣзды движутся въ спиральномъ вихрѣ отъ начальнаго ихъ источника—центральнаго ядра. При такихъ условіяхъ туманность должна обладать невѣроятно громадными размѣрами, и не безъ основанія въ ней видѣли самостоятельную звѣздную систему, подобную и сосѣднюю той, въ которую входитъ наше Солнце.

Приблизительно такого взгляда и придерживалось большинство ученыхъ на туманность Андромеды. Однако, ни малѣйшихъ признаковъ разложимости туманности нельзя было найти. Количество же слабыхъ звѣздъ, проектирующихся на туманность, не настолько велико, чтобы онѣ могли быть отнесены къ самой туманности, какъ входящія въ ея составъ и, слѣдовательно, какъ являющіяся началомъ ея разложенія.

Въ послѣдняя время Рейнольдсъ изслѣдовалъ фотографическіе снимки туманности Андромеды съ помощью микрофотометра и установилъ, что яркость ея, имѣющая близъ центра наибольшую величину, убываетъ къ краямъ, причемъ это ослабленіе яркости происходитъ приблизительно по тому же закону, по которому ослабѣваетъ и освѣщеніе, производимое какимъ-либо источникомъ свѣта. Это обстоятельство даетъ нѣкоторый вѣсъ допущенію, что и самое свѣченіе туманности есть результатъ освѣщенія ея однимъ источникомъ свѣта, и послѣднимъ, вѣроятнѣе всего, является большая звѣзда, находящаяся въ центрѣ обволакивающей ее туманности. Слѣдовательно, съ этой точки зрѣнія, туманность Андромеды является огромнымъ скопищемъ космической пыли. Отраженный отъ частичекъ туманности свѣтъ и даетъ въ спектроскопѣ тотъ самый спектръ, который свойственъ источнику свѣта—центральной звѣздѣ.

Нельзя не признать за объясненіемъ Рейнольдса извѣстной достовѣрности. Крайне мало правдоподобно, чтобы въ окрестностяхъ нашей

звѣздной системы,—если только она въ своемъ родѣ вообще не единственна,—находилось лишь одно такое громадное скопище звѣздъ, ибо другихъ объектовъ съ непрерывнымъ спектромъ, столь большихъ



Рис. 93. Большая туманность въ созв. Андромеды.

размѣровъ на небѣ вблизи насъ не видно. Вообще же существованіе въ видѣ колоссальныхъ спиралей цѣлыхъ звѣздныхъ системъ, а не отдѣльныхъ звѣздныхъ индивидуумовъ, является фактомъ, мало вѣроятнымъ,

и подтвержденія существованія подобныхъ спиральныхъ звѣздныхъ системъ вовсе еще нѣтъ. Съ другой стороны, существованіе спиралей около одного небеснаго индивидуума, теоретически объяснимо и наблюдается на небѣ постоянно. Самый же фактъ видимости несвѣтя-



Рис. 94. Спиральная туманность въ созв. Гончихъ Собакъ.

щихся туманностей, освѣщаемыхъ извнѣ, установленъ наблюденіями надъ туманностями въ новой звѣздѣ Персея, около Плеядъ и нѣсколькихъ другихъ; къ этому же роду явленій, повидимому, слѣдуетъ отнести и туманность Андромеды.

Такимъ образомъ, на послѣднюю возможно смотрѣть, какъ на обычную спиральную туманность, но почти навѣрное составленную изъ космическаго матеріала, обволакивающаго центральное ядро. Этимъ ядромъ и производится освѣщеніе туманности. По всей вѣроятности, туманность Андромеды находится сравнительно близко къ намъ, почему и представляется столь громадной. Такъ ли это или нѣтъ, можетъ быть установлено, когда удастся опредѣлить разстояніе туманности Андромеды отъ Солнца.

Лучевая скорость этой туманности опредѣлена нѣсколько разъ и величина ея извѣстна довольно надежно. Туманность приближается къ намъ со скоростью около 300 килом. въ секунду.

Близъ большой туманности Андромеды, на разстояніи около двадцати минутъ (по склоненію) отъ ея ядра, находится другая сравнительно небольшая туманность, которая, какъ оказалось, обладаетъ тою же лучевою скоростью, какъ и большая Андромедова туманность; отсюда возникаетъ довольно вѣроятное предположеніе объ ихъ родственной связи.

Въ большой туманности Андромеды, въ концѣ августа 1885 г. было обнаружено появленіе новаго ядра 7-й звѣздной величины. Эта звѣзда достигла максимума не сразу: при открытіи она была 9-й величины, къ 1 сентября достигла 7-й, а затѣмъ яркость ея быстро упала. Новая звѣзда вначалѣ была красноватой или оранжевой, составляя живой контрастъ съ бѣло-зеленоватымъ цвѣтомъ туманности; затѣмъ она стала голубоватой и бѣлой. Положеніе ея не соотвѣтствовало центру туманности, и между многочисленными звѣздами, зарисованными раньше на туманности, ни одна не совпала по своему положенію съ этой новой звѣздой.

По поводу этого явленія одними предполагалось, что оно неразрывно связано съ туманностью, и что произошло вѣроятно измѣненіе въ самой туманной матеріи пятна; видимаго измѣненія такого характера непосредственно, однако, не было обнаружено, если не считаться съ преходящими измѣненіями во внѣшнемъ видѣ туманности, вызываемыми перемѣною яркости новой звѣзды. Другіе же, исходя изъ предположенія, что туманность является громаднымъ звѣзднымъ скопленіемъ, допускали здѣсь обычное появленіе новой звѣзды,—напримѣръ, вслѣдствіе столкновенія отдѣльныхъ звѣздныхъ элементовъ скопленія. Спектральныя указанія не дали ничего рѣшающаго, и такимъ образомъ вопросъ о связи между новой звѣздой и туманностью Андромеды остался открытымъ.

Изъ другихъ спиральныхъ очень эффектной является туманность въ созвѣздiи Гончихъ Собакъ (рис. 94). Она находится недалеко, въ 4° къ юго-западу, отъ η Большой Медвѣдицы. На фотографiи туманности видно, между прочимъ, большое число сгустковъ, похожихъ на звѣзды и расположенныхъ групами на вѣтвяхъ спиралей туманности. Объ обнаруженномъ въ этой туманности внутреннемъ движенiи мы скажемъ нѣсколько дальше.



Рис. 95. Кольцеобразная туманность въ созвѣздiи Лиры.

Снимокъ въ Ташкентской обсерваторiи.

Для кольцеобразныхъ же туманностей типичнымъ представителемъ является извѣстная туманность въ созвѣздiи Лиры. Она находится почти посрединѣ между звѣздами β и γ того же созвѣздiя. Въ слабые телескопы она видна, какъ эллиптическое кольцо съ поперечникомъ немного больше 1′. Въ болѣе сильные телескопы и особенно на фотографiяхъ замѣтны уже значительныя детали. Такъ, напримѣръ, кольцо не является непрерывнымъ, но имѣетъ двѣ болѣе яркихъ области, расположенныя довольно симметрично относительно центра. Высказывалось предположенiе, что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ двумя вѣтвями спирали, но это пока не доказано. На яркихъ вѣтвяхъ колецъ можно разсмотрѣть отдѣльныя свѣтлые клочья. Нѣкоторыми астрономами

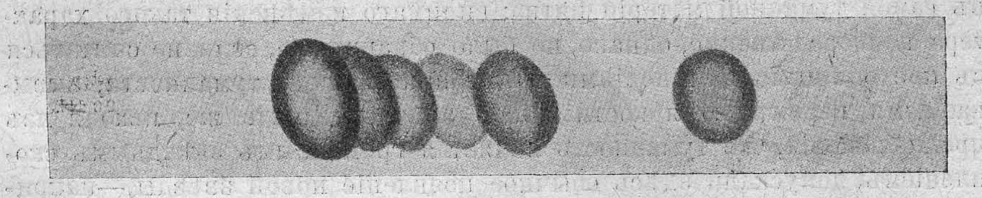


Рис. 96. Спектръ кольцеобразной туманности Лиры.

указывается на то, что въ срединѣ туманности, приблизительно по направленiю большой оси эллипса, они замѣчали нѣсколько темныхъ и свѣтлыхъ полосъ.

Почти въ центрѣ туманнаго кольца находится звѣзда 13—14 величины, относительно которой мнѣнiя сильно расходятся. Одни считаютъ ее случайно проектирующейся на мѣсто, близкое къ центру туманности, другiе же принимаютъ ее за дѣйствительное центральное тѣло

всей системы. Спектроскопъ устанавливаетъ нѣкоторое различіе въ химической природѣ между центральной звѣздой и собственно туманностью: именно, спектръ звѣзды является непрерывнымъ, спектръ же туманности состоитъ изъ нѣсколькихъ яркихъ линій, т.-е. туманность явно газообразна. Фотографированіе въ монохроматическомъ свѣтѣ, т.-е. въ отдѣльныхъ линіяхъ, даетъ серію нѣсколькихъ отличающихся между собою по яркости и по размѣрамъ колецъ туманности (рис. 96).



Рис. 97. Кольцеобразная туманность въ созвѣздіи Лиры.
Снимокъ въ обсерваторіи Вильсонъ.

М. Вольфъ нашелъ, что въ разныхъ слояхъ туманности максимумъ излученія принадлежитъ различнымъ длинамъ свѣтовой волны; слѣдовательно, производящія эти излученія различныя вещества имѣютъ опредѣленное пространственное распредѣленіе, повидимому, въ порядкѣ ихъ плотностей. Между прочимъ, очень интересенъ тотъ фактъ, что центральное темное пространство послѣ долгой экспозиціи сфотографировалось на пластинкѣ, и нѣкоторая опредѣленная радіація ($\lambda = 4686$) оказалась свойственной только этой части пространства туманности, но не яркой части кольца. Однако, пока нельзя сдѣлать заключенія о томъ веществѣ, которымъ заполнено это пространство.

Авторомъ было снято свыше сотни фотографій кольцеобразной туманности Лиры съ различнымъ временемъ экспозиціи, доходившимъ до 10 и 20 часовъ. Эти снимки, между прочимъ, разъяснили неоднократно возбуждавшійся вопросъ о томъ, подвержена ли центральная звѣзда колебаніямъ блеска; такихъ колебаній не найдено. На нашихъ снимкахъ размѣры туманности оказались — большой діаметра въ 92″, малый—въ 63″.

Для сравненія приводимъ нашъ снимокъ кольцеобразной туманности Лиры, полученный при 10-часовой экспозиціи 13 дюймовымъ



Рис. 98. Три-раздѣльная туманность.

рефракторомъ, и снимокъ Ритчи (Ritchey), сдѣланный 60-дюймовымъ рефлекторомъ обсерваторіи Вильсонъ при экспозиціи только въ 30 минутъ (рис. 95 и 97).

Та тѣсная связь, которая явно существуетъ — по крайней мѣрѣ въ нѣкоторыхъ районахъ неба—между звѣздами и туманностями, заставляетъ ожидать въ послѣднихъ тѣхъ же свойствъ, какія обнаружены въ звѣздахъ.

Такъ, является интереснымъ—особенно для задачъ космогоніи,— подвержены ли туманности съ теченіемъ времени какимъ-либо измѣненіямъ.

Безъ сомнѣнія, задача эта очень трудна. Туманности такъ мѣняютъ свой видъ и свои детали въ зависимости отъ силы примѣняемыхъ для ихъ наблюденія инструментовъ, и, вмѣстѣ съ тѣмъ, для наблюденія примѣнялись столь разнообразные телескопы, что трудно разобраться между реальными измѣненіями въ туманностяхъ и такими измѣненіями, которыя представляются случайными. Въ томъ же духѣ вліяетъ различная прозрачность воздуха, какъ день ото дня въ одномъ и томъ же мѣстѣ наблюденія, такъ и въ разныхъ мѣстахъ. Фотометріи, играющей столь важную роль при изученіи яркостей звѣздъ, въ отношеніи туманности еще почти не существуетъ. Единственно, что можетъ пролить свѣтъ на данный вопросъ, это свидѣтельство вполнѣ объективныхъ наблюденій—фотографій туманностей, снятыхъ въ достаточно отдаленные между собою промежутки времени.

Тѣмъ не менѣе, существуетъ нѣсколько показаній на то, что измѣненія въ туманностяхъ существуютъ. Классическимъ примѣромъ въ этомъ случаѣ считается исторія одной небольшой туманности съ центральнымъ сгущеніемъ, открытой Гиндомъ въ 1852 году въ созвѣздіи Тельца. Ее наблюдали и другіе астрономы: она была яснымъ объектомъ даже для слабаго телескопа; такъ продолжалось вплоть до 1858 года. Къ этому времени яркость туманности, однако, ослабѣла, а затѣмъ она и вовсе исчезла изъ виду. Она была вновь замѣчена, хотя и слабой, въ 1861 и 62 г.г., а послѣ того исчезла изъ вида и надолго — даже для самыхъ мощныхъ телескоповъ. Туманность эта вновь была замѣчена въ 1890 — 95 г.г. съ помошью гигантскаго рефрактора Ликской обсерваторіи, но потомъ она не могла быть найдена даже этимъ инструментомъ, тогда какъ была въ свое время открыта и въ прежнее время легко наблюдаема сравнительно небольшимъ телескопомъ. Въ концѣ 1899 и въ 1900 г.г. ее вновь нашли и сфотографировали въ качествѣ очень слабаго объекта. Въ 1911—16 гг. эта туманность была сфотографирована 60-д. рефлекторомъ Вильсоновой обсерваторіи, и изученіе фотографій Пэзомъ (Pease) совершенно ясно обнаружило перемѣнность въ ея формахъ.

Эти измѣненія, какъ раньше предполагалось, связаны съ колебаніями блеска перемѣнной T Тельца, около которой туманность расположена. Изслѣдованія Пэза, однако, не устанавливаютъ параллелизма между измѣненіями перемѣнной и туманности.

Есть и еще подобный же примѣръ, именно измѣненій туманности NGC 6729 въ Южной Коронѣ, примыкающей къ перемѣнной звѣздѣ R того же созвѣздія. Туманность была изслѣдована Шоо (Knox Shaw) на фотографіяхъ, снятыхъ съ 1911 по 1915 г.; изслѣдователь нашелъ, что туманность несомнѣнно перемѣнная, и измѣненія ея тѣсно связаны съ измѣненіями R Южной Короны. Не только измѣняется яркость туманности, но также и ея форма; представляется, какъ будто туманная матерія извергается отъ звѣзды во время ея наи-

большаго блеска, а также и освѣщается этой звѣздой. Въ 1911 г. туманность была очень ярка и примыкала къ звѣздѣ R, а въ 1915 году, послѣ ряда промежуточныхъ стадій, она была очень слабой и представлялась совершенно оторванной отъ звѣзды; однако прямого соотношенія между формой туманности и величиной перемѣнной не обнаружено.

Затѣмъ установлены измѣненія въ формахъ туманностей NGC: 2261, 6279, 7662.

Почти то же самое надо сказать и о такъ называемыхъ двойныхъ и кратныхъ туманностяхъ, въ большомъ числѣ указывавшихся, напримѣръ, В. Гершелемъ. Явленіе это очень разнообразно. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ неба туманностей скучено такъ много, что онѣ являются какъ бы цѣлыми гнѣздами туманностей или, по аналогіи со звѣздами, можно сказать — „туманными скопленіями". Однако, нѣтъ увѣренности въ томъ, что эти объекты не являются болѣе свѣтлыми мѣстами одной и той же слабо—видимой туманности.

Отрицать возможности существованія физическихъ системъ туманностей нельзя; однако, ихъ существованіе должно быть доказано измѣреніями. Богатый матеріалъ для такихъ измѣреній доставляетъ, конечно, фотографія, но возможны и непосредственныя наблюденія. Такія измѣренія съ помощью микрометра при 10-дюймовомъ рефракторѣ Ташкентской обсерваторіи производилъ, между прочимъ, авторъ для нѣкоторыхъ двойныхъ туманностей, избранныхъ изъ составленнаго имъ общаго каталога двойныхъ и кратныхъ туманностей; было бы интереснымъ повторить эти измѣренія черезъ нѣкоторое число лѣтъ.

Цвѣта туманностей далеко не представляютъ такого разнообразія, какъ у звѣздъ. Очень значительное число ихъ, между ними и явно спиральныя туманности, отличаются матовой бѣлизной, почему и называются бѣлыми, и это названіе дано въ отличіе отъ планетныхъ туманностей, которыя имѣютъ голубой цвѣтъ, но еще чаще зеленовато-голубой; ихъ окраску можно сравнить съ характернымъ цвѣтомъ морской воды.

Сэрсъ (Seares) въ Вильсоновой обсерваторіи сфотографировалъ недавно рядъ спиральныхъ туманностей черезъ цвѣтные фильтры въ 60-дюймовый рефлекторъ. Оказалось, что центральныя ядра спиралей сравнительно желтоваты, напоминая солнечный типъ звѣздъ, въ то время какъ узлы и сгущенія, разбросанные вдоль вѣтвей, интенсивно голубые. Узлы туманностей очевидно болѣе голубые, чѣмъ самыя голубыя изъ ближайшихъ звѣздъ.

Съ другой же стороны, планетныя туманности не обнаружили существованія разницы въ распредѣленіи на нихъ цвѣта.

Собственное движеніе звѣздъ и всѣхъ другихъ небесныхъ тѣлъ естественно заставляетъ предполагать его и у туманностей. Однако, опредѣленіе перемѣщенія послѣднихъ сопряжено съ большими трудностями, такъ какъ расплывчатые контуры этихъ объектовъ не даютъ такихъ ясныхъ опорныхъ точекъ для измѣреній, какъ, напримѣръ, точки звѣздъ или рѣзко очерченные диски планетъ. Разрѣшеніе вопроса о собственномъ движеніи туманностей, вообще принадлежащее лишь будущему, по преимуществу должно основываться на фотографіяхъ нашего времени.

Тѣмъ не менѣе, нѣкоторые результаты уже достигнуты и въ этомъ отношеніи. Такъ, Кэртисъ (Curtis), изслѣдовавши движеніе 16 планетныхъ туманностей, нашелъ для нихъ въ среднемъ скорость собственнаго движенія въ 0″.028 въ годъ; наибольшая скорость оказалась у туманностей NGC 6905 въ 0″.056 и NGC 7009 въ 0″.054. Приводятся также нѣкоторыя величины собственныхъ движеній и спиральныхъ туманностей, но онѣ въ общемъ менѣе надежны. Кэртисъ измѣрилъ собственныя движенія 66 спиральныхъ туманностей по отношенію къ звѣздамъ сравненія отъ 12-й до 15 вел. и вывелъ для такихъ туманностей въ среднемъ движеніе въ 0″.033 въ годъ; въ частности, онъ считаетъ заслуживающей довѣрія найденную величину собственнаго движенія спиральной туманности NGC 253 въ 0″.08 въ годъ. Есть и еще одно сравнительно надежное опредѣленіе, сдѣланное Ванъ-Мааненомъ для спиральной туманности М. 101. Имъ найдено 0″.012 въ годъ; однако, на найденный результатъ можетъ вліять и движеніе использованныхъ для сравненія звѣздъ.

Иначе обстоитъ дѣло со второй составляющей дѣйствительнаго движенія, именно съ лучевой скоростью. Опредѣленіе этой величины впервые было съ успѣхомъ произведено визуально Килеромъ, съ помощью большого Ликскаго рефрактора. Съ примѣненіемъ фотографіи успѣшность этихъ опредѣленій сильно возросла. И оказалось, что лучевое движеніе туманностей по величинѣ не отличается замѣтно отъ лучевого движенія звѣздъ. О движеніи туманности Оріона уже говорилось. Другія туманности движутся частью къ Солнцу, частью отъ него со скоростью, не превосходящей нѣсколькихъ десятковъ километровъ въ секунду. Для нѣкоторыхъ, впрочемъ, туманностой въ послѣднее время найдены скорости лучевыхъ движеній, значительно превосходящія звѣздныя.

Кэмпбелль и Муръ (Moore) нашли въ среднемъ такія лучевыя скорости:

7 большихъ туманностей	10	кил. въ сек.
39 планетныхъ и кольцеобр.	28	„ „
34 туманныхъ звѣзды	50	„ „
73 правильной формы	38	„ „

Приблизительно таковы же и другіе результаты: напримѣръ, Пэзъ нашелъ для туманности, называемой Dumbbell, лучевую скорость—63, для М.33 скорость—278 и т. п.

Совершенно особаго вниманія заслуживаютъ лучевыя скорости спиральныхъ туманностей. Онѣ оказались вообще настолько большими, что превосходятъ быстроту движенія всѣхъ другихъ небесныхъ тѣлъ. Въ среднемъ изъ ряда опредѣленій скорость эта составляетъ около 300—400 килом. въ секунду, но въ отдѣльныхъ случаяхъ она достигаетъ гораздо большихъ значеній. Напримѣръ,

NGC 1068 по Сляйферу: + 1100 кил.
„ Пэзу: + 765 „
„ Муру: + 910 „

Почти такая же скорость опредѣлена Сляйферомъ (въ + 1100 кил.) и Пэзомъ (въ + 1158 кил.) для NGC 4594. Для NGC 4565 найдена скорость + 1000 кил., NGC 5866 — + 600 и т. д.; но есть и сравнительно небольшія скорости: NGC 221 — — 300 кил., NGC 1023 — + 200 кил., а для нѣкоторыхъ и еще меньше. Въ общемъ, однако, средняя лучевая скорость спиральныхъ туманностей почти въ 25 разъ превосходитъ такую же скорость звѣздъ.

Какъ уже упоминалось, въ Оріоновой туманности лучевая скорость оказалась въ разныхъ мѣстахъ не вполнѣ одинаковой, причемъ разница доходитъ до очень большихъ значеній, дающихъ указанія на вращательное движеніе этой туманности. Нѣмецкій астрономъ Гартманнъ высказалъ предположеніе, что имъ обнаружены въ нѣкоторыхъ планетныхъ туманностяхъ слѣды вращательнаго движенія; тѣ же указанія получены и изъ наблюденій въ американской обсерваторіи Лоуэлля.

Въ послѣднее время фактъ существованія вращательныхъ движеній пріобрѣлъ полную достовѣрность. По спектрографическимъ изслѣдованіямъ Кэмпбелля и Мура изъ 40 планетныхъ туманностей половина обнаруживаетъ или явно вращательное движеніе, или же относительное движеніе въ предѣлахъ туманности. Напримѣръ, въ туманности NGC 7009 наибольшое движеніе обнаруживается въ 9—10″ къ востоку и западу отъ центра ядра, а наблюденная слагающая вращательнаго движенія—порядка 6 килом. въ секунду. Такого рода вращательныя движенія проявляются больше въ планетныхъ туманностяхъ со значительнымъ діаметромъ или же въ такихъ, эллиптическія очертанія которыхъ имѣютъ значительные эксцентриситеты; наоборотъ, вовсе не обнаруживается вращенія въ малыхъ и круглыхъ туманностяхъ. Вообще, по наблюденіямъ этихъ астрономовъ, внѣшніе слои туманностей вращаются медленнѣе, чѣмъ внутреннія—какъ бы отстаютъ отъ послѣднихъ.

Подобныя же вращательныя движенія обнаружены и среди спиральныхъ туманностей. Сляйферъ, напримѣръ, обнаружилъ такое движеніе въ спиральной туманности NGC 4594, въ созв. Дѣва. М. Вольфъ нашелъ вращеніе въ туманности М. 81,въ созв. Большой Медвѣдицы: оно достигаетъ недалеко отъ ядра около 100 килом. въ сек. Затѣмъ Пэзъ замѣтилъ подобное же явленіе въ туманности М.33, въ созв. Треугольника, и въ туманности NGC 4594; въ послѣдней имъ найдена линейная скорость вращенія около 300 килом. въ секунду на разстояніе 2′ отъ центра.

Эти результаты доставлены при посредствѣ спектрографическихъ наблюденій. Не менѣе интересные факты обнаружились относительно внутреннихъ движеній въ спиральныхъ туманностяхъ и изъ наблюденій фотографическихъ. Такъ, Ванъ-Мааненъ, изучивши на рядѣ фотографій спиральную туманность М.101 (въ созв. Большой Медвѣдицы), замѣтилъ, что, кромѣ общаго переноснаго движенія этой туманности—о чемъ уже упоминалось,—въ ея громадной массѣ происходятъ еще и внутреннія движенія. Изъ 87 точекъ, взятыхъ имъ на туманности, 78 переносятся противъ часовой стрѣлки, а 9 противоположно—по ней; 58 точекъ кажутся движущимися ко внѣшней части туманности, а 28 ко внутренней. При этомъ въ перемѣщеніяхъ преобладаетъ вращательное движеніе, но оно убываетъ съ увеличеніемъ разстояніе отъ центра. Однако, вращеніе это настолько быстрое, что, по исчисленію Ванъ-Маанена, на разстояніи 5′ отъ центра оно соотвѣтствуетъ періоду вращенія въ 85 000 лѣтъ.

С. К. Костинскій изслѣдовалъ въ Пулковской обсерваторіи стереокомпараторомъ серію фотографій извѣстной спиральной туманности М.51, (въ созв. Гончихъ Собакъ рис. 94), снятыхъ имъ въ теченіе 20 лѣтъ, съ 1896 по 1916 гг. Онъ обнаружилъ неоспоримыя смѣщенія нѣкоторыхъ узловъ, лежащихъ на вѣтвяхъ спирали; въ то же время обнаружились и движенія нѣкоторыхъ звѣздъ какъ въ самой туманности, такъ и близъ нея; часть этихъ звѣздъ, вѣроятно, физически связана съ туманностью.

По предварительнымъ стереоскопическимъ изслѣдованіямъ представляется, что наблюденныя собственныя движенія узловъ имѣютъ въ разныхъ частяхъ туманности систематическій характеръ по отношенію къ центру. На внѣшней спирали туманности движенія происдятъ такъ, какъ будто отдѣльныя ея части въ общемъ удаляются отъ центра, причемъ спираль имѣетъ тенденцію закручиваться въ направленіи противъ движенія часовой стрѣлки. Наоборотъ, во внутренней спирали, въ восточной ея части, преобладаетъ направленіе движеній къ центру туманности, и если есть тенденція закручиваться, то скорѣе въ противоположномъ направленіи, по стрѣлкѣ часовъ. Въ среднемъ годовыя собственныя движенія какъ узловъ туманности, такъ и звѣздъ, достигаетъ 0″.04—0″.05.

Опредѣленіе параллаксовъ туманностей, вслѣдствіе затрудненій съ точными наведеніями на нихъ, представляется задачей еще болѣе трудной, чѣмъ опредѣленіе параллаксовъ звѣздъ. Было сдѣлано нѣсколько попытокъ такихъ опредѣленій, для туманностей, имѣющихъ сравнительно рѣзкія очертанія, но полученные числовые результаты не таковы, чтобы внушать къ себѣ полное довѣріе. Напримѣръ, Болинъ (Bohlin) для параллакса большой туманности Андромеды даетъ величину 0″.17, или разстояніе въ 32 свѣтовыхъ года, а Стрембергъ (Strömberg) для небольшой туманности, близъ Андромедовой и какъ бы являющейся ея спутникомъ, получилъ параллаксъ въ 0″.07. Если бы на эти величины можно было бы положиться, онѣ послужили бы хорошимъ доводомъ въ пользу взгляда на строеніе Андромедовой туманности изъ мелкаго космическаго матеріала, о чемъ мы говорили выше. Укажемъ еще, что Ванъ-Мааненъ нашелъ для планетной туманности NGC 7662 параллаксъ 0″.023, а Ньюкиркъ (Newkirk) для кольцеобразной туманности Лиры 0″.002. Къ сожалѣнію, значительнаго довѣрія эти опредѣленія параллаксовъ едва ли заслуживаютъ.

Соображенія же, преимущественно апріорнаго характера, говорятъ за то, что нѣтъ основаній приписывать туманностямъ какія-то громадныя разстоянія,—такъ сказать, потусторонность по сравненію съ нашей звѣздной системой. На это между прочимъ указываетъ уже неоднократно приводившійся фактъ доказанной физической связи между яркими туманностями и звѣздами. При изслѣдованіи темныхъ мѣстъ на небѣ, Барнардъ встрѣтилъ много примѣровъ, когда эти темныя мѣста,—которыя есть достаточно основаній разсматривать, по крайней мѣрѣ въ большинствѣ случаевъ, какъ массы несвѣтящихся туманностей, — очевидно расположены ближе къ намъ, чѣмъ общій фонъ слабыхъ звѣздъ Млечнаго Пути. Доказательство такого расположенія онъ усматриваетъ въ томъ, что впереди темныхъ мѣстъ видно лишь нѣсколько звѣздъ, вся же ихъ масса покрыта темной матеріей; въ то же время такое мѣсто, если оно находится впереди, должно бы показаться чернымъ и яснымъ,—а именно такъ зачастую и бываетъ. Вѣроятнѣе всего, что значительная часть туманностей находится приблизительно на такихъ же разстояніяхъ, какъ и звѣзды. Каптейнъ, напримѣръ, на основаніи нѣкоторыхъ соображеній спеціальнаго характера, нашелъ, что среднее разстояніе значительнаго числа туманностей соотвѣтствуетъ среднему разстоянію звѣздъ 10-й величины.

Надо еще отмѣтить фактъ, вытекающій изъ всего предыдущаго, именно наличность въ мірѣ туманностей направляющихъ силъ, не оставляющихъ туманностей въ покоѣ. На это указываетъ ихъ завитки, туманныя нити, системы параллельныхъ волоконъ, спиральные вихри и т. п. Что это за силы,—мы не знаемъ, но кажется, что здѣсь не обходится безъ вліянія электрическихъ силъ.

Слѣдуетъ нѣсколько подробнѣе упомянуть о вѣроятномъ существованіи вблизи видимыхъ глазомъ частей туманностей еще и невидимыхъ ихъ частей. Такой выводъ, напримѣръ напрашивается самъ собой на основаніи извѣстнаго явленія сравнительной пустоты вокругъ болѣе крупныхъ туманностей, что вѣроятнѣе всего объясняется поглощеніемъ свѣта слабыхъ звѣздъ массами темной туманной матеріи. На счетъ этихъ невидимыхъ массъ матеріи слѣдуетъ, кажется, отнести и тѣ щели—длинныя и узкія,—которыя встрѣчаются въ нѣкоторыхъ туманностяхъ, и темныя загадочныя въ нихъ пустоты. Эти явленія, быть можетъ, и вызываются присутствіемъ темныхъ газовыхъ облаковъ. Нѣчто подобное могутъ представлять собой, напримѣръ, тѣ кальціевыя облака, о заподозрѣнномъ существованіи которыхъ говорилось при разсмотрѣніи спектрально-двойныхъ звѣздъ (стр. 162). Впрочемъ, на ряду съ этимъ существуетъ такое предположеніе, будто проникающія въ туманности, при своемъ странствованіи, звѣзды вбираютъ въ себя мелкій матеріалъ туманностей, почему слѣды ихъ прохожденія и имѣютъ видъ пустого канала.

Вопросъ о томъ, существуютъ ли несвѣтящіяся туманности, составляетъ предметъ постоянныхъ изслѣдованій Барнарда. Онъ справедливо указываетъ на то, что если допускается существованіе большого числа темныхъ звѣздъ и притомъ числа, повидимому, даже большаго, чѣмъ яркихъ,—то нѣтъ разумныхъ основаній не допускать того же и относительно туманностей. Если такъ, то пространство оказывается заселеннымъ яркими и темными туманностями, а также и такими, которыя представляютъ промежуточныя между ними стадіи.

Дѣйствительно, небесныя фотографіи часто показываютъ большія темныя очертанія, по своей величинѣ сравнимыя съ туманностями, разбросанныя по небу. Ихъ особенно много въ области Млечнаго Пути, быть можетъ, потому, что ихъ легче здѣсь обнаружить на болѣе густомъ звѣздномъ фонѣ, тогда какъ въ другихъ мѣстахъ обстоятельства для ихъ обнаруженія не такъ благопріятны. Чѣмъ болѣе ихъ изучаешь, тѣмъ болѣе,—утверждаетъ Барнардъ,—начинаешь подозрѣвать, что большая часть ихъ дѣйствительно темныя или слабо святящіяся тѣла, видимыя на свѣтломъ фонѣ. Конечно, природы этихъ темныхъ очертаній мы не знаемъ, такъ какъ спектроскопъ здѣсь безсиленъ намъ помочь: эти очертанія совсѣмъ или почти совсѣмъ лишены свѣта.

Обыкновенно считаютъ, что туманности, оставаясь свѣтящимися, рано или поздно развиваются въ звѣзды или звѣздныя системы; это какъ будто противорѣчитъ возможности для туманности стать темной, благодаря потерѣ свѣта. Но, во-первыхъ, не исключена возможность и обратнаго хода въ кольцѣ міровой эволюціи, именно роли туманностей и въ качествѣ послѣдующаго эволюціоннаго звена, а, во-вторыхъ, какъ указываетъ и Барнардъ, для существованія ту-

манности вовсе не обязательно, чтобы она потеряла свѣтъ: возможно, что начальныя условія ея существованія были темныя или что нѣкоторыя части никогда не становятся свѣтлыми. Видъ нѣкоторыхъ туманностей заставляетъ предполагать, что части ихъ свѣтлы, другія темны. Это особенно бросается въ глаза на замѣчательной туманности въ Лебедѣ (рис. 115): одна ея часть свѣтла и ярка, а къ ней примыкаетъ большая небесная область, сравнительно бѣдная звѣздами: получается такое впечатлѣніе будто здѣсь свѣтъ многихъ яркихъ звѣздъ поглощенъ несвѣтящейся туманностью, тогда какъ свѣтится лишь ея оконечность близъ района, очень богатаго звѣздами.

Барнардъ указываетъ еще и другіе примѣры—туманности въ областяхъ близъ ν Скорпіопа и ρ Офіуха (рис. 114). Въ нихъ часть туманностей какъ бы пропускаетъ свѣтъ отъ звѣздъ, находящихся за нею, другія же ихъ части темны или менѣе прозрачны и совершенно поглощаютъ звѣздный свѣтъ. Все это доказываетъ, что на небѣ дѣйствительно существуютъ темные объекты, вѣроятнѣе всего въ видѣ несвѣтящихся туманностей.

По поводу спиральныхъ туманностей, въ особенности въ связи съ обнаруженіемъ громаднаго количества объектовъ такой формы въ средѣ всей массы этихъ небесныхъ тѣлъ, возникъ интересный вопросъ: являются ли спиральныя туманности такими же сравнительно малыми тѣлами, какъ и другія ихъ собратія — и притомъ прикрѣпленными къ нашей звѣздной системѣ—или же, какъ многіе полагаютъ, они являются самостоятельными звѣздными организмами, равноправными съ нашей звѣздной системой, олицетворяемой Млечнымъ Путемъ. Собственно говоря, послѣдній взглядъ не особенно и новъ: раньше онъ примѣнялся ко всѣмъ туманностямъ, теперь—только къ спиральнымъ. Въ терминологіи англичанъ, такія отдѣльныя звѣздныя системы являлись—бы „островами вселенной“.

Увлекательность послѣдней идеи заставила собрать аргументы въ ея пользу; изъ нихъ болѣе выдвигаемыми впередъ являются: ссылка на большую вѣроятность существованія спиральной структуры въ нашемъ Млечнымъ Пути; крайняя отдаленность спиральныхъ туманностей, получаемая изъ косвенныхъ способовъ опредѣленія ихъ разстояній; встрѣчаемая въ ихъ средѣ чрезвычайно большая скорость лучевого движенія, исключающая возможность взгляда на спиральныя туманности, какъ на эманаціи, выброшенныя какой-либо силой изъ нашей системы и притомъ превосходящія существующія въ этой послѣдней лучевыя скорости; приводятся также и нѣкоторыя другія менѣе рельефныя соображенія, какъ, напримѣръ, наличность у нихъ непрерывнаго спектра и пр. Съ другой стороны, однимъ изъ главныхъ возраженій противъ этой гипотезы является то, что спиральныя

туманности почти исключительно сгруппированы близъ полюсовъ Млечнаго Пути, преимущественно близъ сѣвернаго, и этимъ какъ бы указывается на ихъ непосредственную физическую связь съ нашей звѣздной системой.

Кажется, что эти аргументы не представляются достаточно исчерпывающими. Доказательствъ того, будто наша звѣздная вселенная имѣетъ спиральную структуру, еще вовсе не существуетъ; есть только принадлежащія Истону (Easton) и другимъ исканія такихъ доказательствъ, о чемъ еще придется говорить. Это, конечно, далеко не равносильно, и потому въ аналогіи со структурой Млечнаго Пути такая идея поддержки пока не встрѣчаетъ, — тѣмъ болѣе, что иногда, и даже еще чаще, примѣняется и обратная аргументація: спиральная структура нашей звѣздной системы предполагается въ силу аналогіи со спиральными туманностями, которымъ à priori приписывается роль отдѣльныхъ звѣздныхъ вселенныхъ.

Что касается разстояній спиральныхъ туманностей, для которыхъ косвенные пріемы опредѣленія параллаксовъ дѣйствительно даютъ ничтожныя значенія послѣднихъ величинъ, то прежде всего надо бы отмѣтить, что эти косвенные методы еще не имѣютъ должной провѣрки получаемыхъ при ихъ посредствѣ результатовъ еще другимъ, напримѣръ, тріангуляціоннымъ методомъ; до такой провѣрки они едва-ли могутъ считаться достаточно надежными. Но если бы даже эти колоссальныя разстоянія и оказались вѣрными, то все же отсюда было бы рискованнымъ дѣлать заключеніе о потусторонности спиральныхъ туманностей — за предѣлами нашей звѣздной вселенной, такъ какъ предѣлы этой послѣдней вовсе еще не опредѣлены; какъ увидимъ въ дальнѣйшемъ и какъ было видно раньше изъ подсчета числа звѣздъ разныхъ величинъ, едва ли имѣются достаточныя основанія считать нашу вселенную практически конечной.

Приблизительно то же приходится сказать и объ аргументѣ, основанномъ на большихъ лучевыхъ скоростяхъ. Такихъ большихъ скоростей раньше, дѣйствительно, не встрѣчалось въ звѣздной системѣ; но не особенно далеко отличающіяся отъ нихъ величины встрѣчались и въ средѣ звѣздъ. Во всякомъ случаѣ, фактъ обнаруженія такихъ скоростей въ средѣ спиральныхъ туманностей указываетъ на то, что теперь извѣстны примѣры бо́льшихъ лучевыхъ скоростей, чѣмъ было извѣстно ранѣе, но едва ли этотъ фактъ можетъ свидѣтельствовать въ пользу выдѣленія такихъ туманностей въ самостоятельные вселенскіе организмы.

Видимая же связь между положеніемъ въ пространствѣ туманностей спиральной формы и полюсами Млечнаго Пути, иначе говоря, связь между такими туманностями и Млечнымъ Путемъ, представляется для разсматриваемой гипотезы непреодолимымъ затрудненіемъ. Совершенно непонятно, почему, среди сотни или сотенъ тысячъ со-

вершенно равноправныхъ небесныхъ организмовъ, именно одному нашему звѣздному организму было бы присвоено то исключительное значенiе, что всѣ остальные сгруппировались бы въ пространствѣ не иначе, какъ около его полюсовъ? Защитники данной гипотезы поддерживаютъ ее новой гипотезой же, будто уменьшенiе числа спиральныхъ туманностей съ отдаленiемъ отъ полюсовъ Млечнаго Пути можетъ быть приписано возможному существованiю поглощающей матерiи, обилiе которой увеличивается къ плоскости Млечнаго Пути, и которая образуетъ родъ экрана передъ этими туманностями, заслоняющаго въ другихъ мѣстахъ отъ насъ ихъ видимость. Однако, существованiя такого фантастическаго поглощающаго тумана, вводимаго нагроможденiемъ гипотезы на гипотезу, ни въ чемъ не обнаружено.

Поэтому пока, какъ намъ кажется, не представляется основанiй къ выдѣленiю спиральныхъ туманностей изъ среды ихъ собратiй—въ смыслѣ непринадлежности ихъ къ единому вселенскому организму.

---

4. Магеллановы Облака.

Въ мiрѣ туманныхъ пятенъ обращаютъ на себя особенное вниманiе интересные, но еще недостаточно изслѣдованные, небесные предметы, находящiеся на южномъ небѣ и названные въ честь знаменитаго мореплавателя „Магеллановыми Облаками“. Расположенные въ небогатой яркими звѣздами части неба, оба туманные объекта видимы невооруженнымъ глазомъ въ формѣ большихъ свѣтлыхъ пятенъ.

Большее изъ двухъ пятенъ, носящее названiе „Большого Облака“ (Nubecula Major), занимаетъ площадь около сорока квадратныхъ градусовъ, т.-е. почти въ двѣсти разъ большую, чѣмъ Луна. Оно расположено приблизительно на половинѣ пути отъ южнаго полюса мiра къ яркой звѣздѣ Канопусъ. Невооруженному глазу облако представляется въ видѣ довольно правильнаго четырехугольника, неодинаковой въ разныхъ частяхъ яркости. Оно видимо просто глазомъ даже при сильномъ лунномъ свѣтѣ.

Меньшiй объектъ, — „Малое Облако“ (Nubecula Minor) — расположено между южнымъ полюсомъ мiра и звѣздою Ахернаромъ (α Эридана). Облако это занимаетъ въ четыре раза меньшую площадь, сравнительно съ Большимъ Облакомъ; находится оно въ бѣдной звѣздами области, если не считать расположеннаго по сосѣдству красиваго звѣзднаго скопленiя Тукана. Невооруженному глазу Малое Облако представляется эллиптическимъ; при сильномъ лунномъ свѣтѣ оно вовсе не замѣтно на небѣ.

Въ прежнее время астрономы думали, что Магеллановы Облака— обрывки Млечнаго Пути. Первое серьезное изученіе этихъ предметовъ было сдѣлано Дж. Гершелемъ на Мысѣ Доброй Надежды. Это изученіе показало, что Облака имѣютъ строеніе, совершенно отличное отъ всѣхъ другихъ туманностей. Они оказались состоящими изъ очень большого числа отдѣльныхъ звѣздъ, и, вмѣстѣ съ тѣмъ, изъ звѣздныхъ скопленій и туманностей.

Въ Большомъ Облакѣ Дж. Гершель нашелъ около трехсотъ отдѣльныхъ туманностей, въ большинствѣ случаетъ правильной фор-



Рис. 99. Большое Магелланово Облако.

мы. Туманности частью группируются по двѣ-три, частью же стоятъ изолированно. Количество кратныхъ туманностей здѣсь оказалось большимъ, чѣмъ гдѣ бы то ни было на небѣ. Здѣсь же Гершель насчиталъ около пяти десятковъ звѣздныхъ скопленій, въ большинствѣ случаевъ правильной формы—шарообразной или овальной—и затѣмъ очень большое количество отдѣльныхъ звѣздъ, начиная отъ 5-й величины. Нѣкоторыя звѣзды представлялись окутанными безформеннымъ туманомъ.

Въ Маломъ же Облакѣ Дж. Гершель замѣтилъ нѣсколько десятковъ туманностей, небольшое число звѣздныхъ скопленій и срав-

нительно очень много отдѣльныхъ звѣздъ, начиная отъ 6-й величины. Въ этомъ Облакѣ имъ подмѣчена та особенность, что, при разсмотрѣніи въ телескопъ, средняя часть очень легко разрѣшалась на звѣзды, края же Облака—значительно труднѣе; въ случаѣ сферичности Облака слѣдовало бы ожидать обратнаго явленія.



Рис. 100. Малое Магелланово Облако.

На всѣ отмѣченные имъ небесные предметы въ Облакахъ Дж. Гершель указывалъ только, какъ на часть дѣйствительно развертывающагося тамъ богатства,—только какъ на тѣ предметы, которые больше всего бросались въ глаза.

Дѣйствительно, фотографическіе снимки позднѣйшаго времени указали на огромное количество звѣздъ въ Облакахъ. Напримѣръ, въ Маломъ Облакѣ на фотографіи, снятой въ южномъ отдѣленіи Гарвардской обсерваторіи въ Арекипѣ, насчитано около 280 000 звѣздъ, что составляетъ до 47 000 звѣздъ на одинъ квадратный градусъ. Но это число признается еще недооцѣненнымъ, такъ какъ представляется чрезвычайно труднымъ пересчитать на облачномъ фонѣ всѣ звѣзды, зачастую очень близкія между собой.

Вмѣстѣ съ тѣмъ, обнаружено въ Облакахъ очень большое число перемѣнныхъ звѣздъ. Напримѣръ, въ Маломъ Облакѣ открыто почти 1800 перемѣнныхъ; всѣ такія звѣзды очень слабы.

Вильсонъ (R. E. Wilson) опредѣлилъ лучевыя скорости нѣкотораго числа газовыхъ туманностей въ этихъ Облакахъ. Въ Большомъ двѣнадцать туманностей удаляются съ очень большой и мало отли-

чающейся между собой скоростью, въ среднемъ +277 килом.; въ Маломъ же Облакѣ одна туманность — единственная газовая—удаляется со скоростью + 158 килом. Есть основанія предполагать, что Большое Облако все въ цѣломъ удаляется отъ насъ съ этой громадной скоростью.

Магеллановы Облака представляютъ чрезвычайный интересъ въ томъ отношеніи, что здѣсь въ агрегатахъ, имѣющихъ внѣшность обычныхъ туманностей, сгруппированы вмѣстѣ и отдѣльныя звѣзды, и звѣздныя скопленія и туманности, частью газообразнаго строенія. Такимъ образомъ, въ данномъ мѣстѣ неба уживаются рядомъ такіе объекты, которымъ придавали разное значеніе въ хозяйствѣ небесъ, и которые во всякомъ случаѣ предполагались отстоящими на различныя разстоянія отъ Солнца. Слѣдовательно, мы встрѣчаемъ въ Магеллановыхъ Облакахъ еще одинъ разъ то явленіе, которое знакомо уже намъ по Плеядамъ, по большой туманности Оріона и др., — именно сочетаніе вмѣстѣ звѣздныхъ и туманныхъ предметовъ. Такимъ образомъ, встрѣчается снова доказательство нахожденія нѣкоторыхъ туманностей приблизительно на томъ же разстояніи, что и звѣзды.

Разстояніе этихъ Облаковъ еще не опредѣлено надежно: косвеннымъ же способомъ найдено, что Малое Облако находится отъ насъ на отдаленіи, соотвѣтствующемъ 10 000 парсекъ; но едва ли это значеніе не преувеличено.

Что же касается природы этихъ небесныхъ объектовъ, то, повидимому, все больше принимается взглядъ на нихъ, какъ на оторванныя въ сторону большія клочья общей массы Млечнаго Пути, въ которыхъ развивался тотъ же процессъ вселенской жизни, какъ и въ нашей главной массѣ звѣздной туманной системы.

---

5. Роль туманностей въ космогоніи.

Міръ туманностей играетъ самую большую роль въ томъ вопросѣ, который отъ древнѣйшихъ временъ занималъ мыслящихъ людей, именно въ вопросѣ о порядкѣ, въ которомъ формировались тѣла вселенной. Эти задачи—задачи космогоніи—въ добрыя старыя времена разрѣшались довольно просто. Былъ хаосъ—смѣсь всѣхъ веществъ. Воля, подобная человѣческой волѣ, но одаренная несравненно большей мощью, ввела въ хаосъ порядокъ, раздѣлила его на части и создала изъ него все воинство небесныхъ свѣтилъ. Однако, такое простое рѣшеніе космогонической задачи давно уже перестало удовлетворять мыслителей. Начались попытки научнаго ея рѣшенія съ помощью данныхъ физики, механики и, конечно, астрономіи.

Открытіе туманныхъ пятенъ дало большія надежды на успѣхъ космогоническихъ изслѣдованій. Хаосъ, къ мысли о которомъ, не-

смотря ни на что, наша мысль съ дѣтства пріучена,—хаосъ, казалось, и былъ найденъ непосредственно въ глубинахъ небесъ. Пусть эти понятія не всегда отождествлялись формально, мысль о тождествѣ тѣмъ не менѣе гнѣздилась!

Успѣхи астрономіи истекшихъ полутора вѣковъ, конечно, громадны. Не менѣе велики и успѣхи физики, въ особенности послѣднихъ десятилѣтій. И тѣмъ не менѣе ихъ далеко еще не достаточно, чтобы проникнуть въ тайны процесса созданія небесныхъ тѣлъ.

Но стремленія мыслителей плохо мирятся съ естественной медленностью научныхъ завоеваній. Они стремятся впередъ, пытаются разрѣшить задачу ранѣе, чѣмъ рѣшеніе созрѣло. И эти великіе порывы ума такъ естественны, когда имѣешь дѣло съ вопросами столь живой остроты для мыслящаго человѣка!

Однако трудности, передъ которыми должны остановиться космогонисты, очень серьезны. Конечно, установлена, напримѣръ, тѣсная физическая связь между звѣздами и туманностями. Но не установлено еще, какое состояніе изъ этихъ двухъ должно быть первоначальнымъ. Туманность ли, путемъ постепеннаго сгущенія матеріала, обращается въ то состояніе, которое мы называемъ звѣздой? Или наоборотъ, звѣзды путемъ катастрофъ, примѣры которыхъ мы видимъ во временныхъ звѣздахъ, обращаются въ туманности? Или же, и то и другое существуетъ одновременно? Обязано ли каждое изъ небесныхъ тѣлъ пройти черезъ однѣ и тѣ жѣ фазы эволюціи, примѣры которыхъ разбросаны по небесной сферѣ? Или, напротивъ, въ населеніи небесныхъ безднъ развилось такое же пышное разнообразіе жизни какое развилось на маленькомъ обломкѣ вселенной—нашей Землѣ? На всѣ эти вопросы—и на цѣлый рядъ имъ подобныхъ—наука не въ состояніи еще дать рѣшительнаго отвѣта.

Между звѣздами можно построить цѣлую цѣпь, отдѣльныя звенья которой хорошо представляютъ постепенный переходъ звѣздныхъ разновидностей изъ одного состоянія въ другое. Можно построить, хотя и не такъ хорошо, послѣдовательную цѣпь и въ томъ пестромъ разнообразіи, которое представляетъ собою міръ туманностей. Но гораздо труднѣе перебросить естественный мостъ между ними. Такъ же трудно связать между собою міръ звѣздъ съ міромъ ихъ планетъ и пр.

Въ данный моментъ, впрочемъ, мы оставимъ въ сторонѣ вопросъ о взаимоотношеніяхъ между солнцами и ихъ планетами, между планетами и ихъ спутниками, какъ равно и вопросъ о родственной роли кометъ для отдѣльныхъ звѣздныхъ міровъ. Чтобы не расширять своей темы, разсмотримъ только нѣкоторыя изъ положеній, принадлежащихъ боевымъ космогоническимъ теоріямъ, относительно природы первоначальной матеріи въ дѣлѣ созданія небесныхъ тѣлъ и о той роли, которая въ этомъ случаѣ можетъ быть отведена міру туманностей.

Если оставить въ покоѣ греческій хаосъ и размышленія древнихъ философовъ, интересныя только для историка, мы должны начать съ такъ называемой „небулярной гипотезы", т.-е. съ гипотезы о томъ, что звѣзды, планеты и болѣе мелкое населеніе небесъ возникли изъ туманностей.

Родоначальникомъ небулярной гипотезы является знаменитый Эм. Кантъ (рис. 101). Кенигсбергскій философъ охватилъ своей гипотезой всю вселенную. Она ему рисовалась заполненной въ прежнія времена первоначальной матеріей, какъ своего рода хаосомъ, распространявшимся по всему пространству, заселенному нынѣ небеснымъ населеніемъ. Преобладаніе въ этой матеріи—самое легкое преобладаніе—плотности повлекло за собой стеченіе, силой притяженія, окрестныхъ матеріаловъ, и такимъ образомъ сформировались тѣ центры, изъ которыхъ постепенно образовались звѣзды и въ частности Солнце.


Рис. 101. Э. Кантъ.

Кантъ сдѣлалъ очень смѣлую попытку—которую послѣ него никто не дерзнулъ повторить—объяснить возникновеніе во вселенной движенія, вмѣсто царившаго въ ней покоя, вначалѣ движенія безпорядочнаго, а затѣмъ пришедшаго въ порядокъ. Къ сожалѣнію, попытка эта, какъ покоящаяся на неточныхъ основаніяхъ, не увѣнчалась успѣхомъ. Всѣ же позднѣйшіе космогонисты принимали фактъ существованія движенія—предвѣчнымъ.

Хотя Кантъ и явился родоначальникомъ небулярной гипетезы, но не ему суждено было ее развить и на долгое время сдѣлать властительницей космогоническихъ думъ.

Тѣмъ временемъ міръ туманностей все болѣе и болѣе привлекалъ къ себя вниманіе Вильяма Гершеля. Онъ полагалъ, что онѣ указываютъ на то, какъ возникали небесныя тѣла и какъ онѣ эволюціонировали. Обширныя и безформенныя большія туманности представлялись Гершелю начальнымъ этапомъ такой эволюціи. Постепенное сгущеніе этихъ туманностей придавало имъ правильный обликъ, и въ нихъ вырисовывалось болѣе яркое ядро. Конечнымъ этапомъ эволюціи туманнаго міра Гершель ставилъ планетныя туманности, въ которыхъ, по его мнѣнію, былъ уготованъ путь для дальнѣйшей жизни, пережитой и переживаемой солнечной системой. Надо при этомъ помнить, что Гершель не имѣлъ представленія о томъ разнообразіи въ формахъ туманностей, въ ихъ размѣрахъ и во всемъ, что въ настоящее время показала на небѣ фотографія, при помощи большихъ инструментовъ. Ему, напримѣръ, казалось, что спираль-

ныя туманности являются рѣдкимъ исключеніемъ въ средѣ этихъ объектовъ; теперь же, послѣ наблюденій Килера, мы знаемъ, что спиральныя туманности являются формой, преобладающей въ туманномъ мірѣ. О результатахъ спектральнаго islѣдованія туманностей не приходится и упоминать. Безъ сомнѣнія, В. Гершель подвергъ бы свои заключенія строгому пересмотру, если бы его, очень богатыя результатами, наблюденія, были бы ближе къ современности.

Прочное водвореніе—почти на столѣтіе—небулярной гипотезы составляетъ уже заслугу Лапласа (рис. 102), заслугу для него неожиданную, такъ какъ онъ самъ предложилъ свою гипотезу „съ тѣмъ недовѣріемъ, которое внушаетъ все, что не вытекаетъ изъ наблюденій или вычисленій".

Лапласъ не охватываетъ, какъ это дѣлаетъ Кантъ, всю вселенную, а занимается только однимъ солнечнымъ міромъ. Онъ предполагаетъ, что все пространство вокругъ Солнца, заходящее далеко за предѣлы орбиты Нептуна, состояло изъ огромной шарообразной туманности, имѣвшей чрезвычайно высокую температуру. Если считаться съ распространеніемъ на такой объемъ количества вещества, дѣйствительно заключающагося въ солнечной системѣ, то плотность Лапласовой туманности была бы почти въ 200 000 000 000 разъ меньше плотности воды! Эта туманность рисовалась Лапласу имѣющей болѣе или менѣе блестящее центральное сгущеніе, т.-е., по нашему условному обозначенію, въ видѣ туманной звѣзды.



Рис. 102. Лапласъ.

Лапласова шарообразная туманность отъ предвѣчныхъ временъ обладала однообразнымъ вращательнымъ движеніемъ около оси, перпендикулярной, въ среднемъ, къ орбитамъ планетъ. Туманность не могла простираться безконечно, и ея граница была тамъ, гдѣ центробѣжная сила, вызываемая движеніемъ, уравновѣшивала силу тяжести. Но, при вѣковомъ охлажденіи, вслѣдствіе излученія тепла въ пространство, туманность медленно и постепенно сжималась.

По мѣрѣ этого сжатія масса туманности вращалась все быстрѣе и понемногу принимала сплющенную форму чечевицы. При этомъ сокращалось и то разстояніе, гдѣ центробѣжная сила уравновѣшивалась притяженіемъ, и части туманности въ мѣстахъ, гдѣ центробѣжная сила превосходила силу притяженія, отрывались отъ главной массы. Такимъ образомъ, отъ всей массы отдѣлилось экваторіальное кольцо. При дальнѣйшимъ охлажденіи и сокращеніи туманности, отдѣлялось новое экваторіальное кольцо и такъ далѣе.

Мало-по-малу изъ первоначальной туманности осталось только центральное сгущеніе, именно Солнце, съ болѣе плотной, чѣмъ раньше, солнечной атмосферой, и, затѣмъ, рядъ колецъ изъ туманной матеріи. Но такія кольца не могли быть однородными по плотности, и болѣе плотныя части охлаждались быстрѣе, сгущаясь и привлекая къ себѣ менѣе плотныя части. Туманное кольцо постепенно обращалось въ туманный шаръ, давшій происхожденіе—въ каждомъ изъ колецъ—своей планетѣ. Въ томъ же случаѣ, если въ кольцѣ былъ не одинъ центръ притяженія, а много, образовалась также не одна большая планета, а много малыхъ, что именно и наблюдается въ поясѣ астероидовъ, расположенныхъ между Марсомъ и Юпитеромъ. Наконецъ, повтореніе описаннаго процесса въ каждомъ изъ отдѣльныхъ туманныхъ шаровъ давало происхожденіе планетнымъ спутникамъ.

Со времени появленія гипотезы Лапласа прошло уже болѣе столѣтія, и притомъ столѣтія, полнаго открытіями и въ астрономіи и въ физикѣ. Развились цѣлыя дисциплины, какъ, напримѣръ, термодинамика, физика излученій и пр. Все это настолько измѣнило картину вселенной, что Лапласъ, конечно, первый основнымъ образомъ измѣнилъ бы свои космогоническіе взгляды. Правда, сдѣлано много попытокъ, и въ общемъ небезуспѣшныхъ, поддержать шатающееся зданіе небулярной гипотезы; тѣмъ не менѣе, было бы правильнѣе оставить это зданіе разрушаться естественнымъ путемъ и приняться за новую постройку.



Рис. 103. Локіеръ.

На смѣну идеѣ о газообразномъ состояніи туманности—родоначальницы выступила идея объ ея строеніи изъ метеоритовъ.

Локіеръ (рис 103) считаетъ туманности очень холодными, и въ этомъ онъ находится въ согласіи съ общимъ нынѣ мнѣніемъ. Самыя же туманности, по его взглядамъ, состоятъ изъ роевъ метеоритовъ. Эти рои и доставляютъ сырой матеріалъ для звѣздныхъ міровъ. Метеориты движутся во всѣхъ направленіяхъ, постоянно сталкиваются, отъ столкновеній нагрѣваются, испаряются. Въ результатѣ испареній происходитъ выдѣленіе газовъ; легче всего выдѣляются и распространяются легкіе газы — водородъ и гелій.

Подъ конецъ образуется очень горячая газовая масса, являющаяся тѣмъ, что принято называть звѣздой. Дальнѣйшая эволюція идетъ въ порядкѣ, детали котораго еще недостаточно опредѣлены; этапы же эволюціи, установленные Локіеромъ, нами уже были приведены при

разсмотрѣніи спектральныхъ классификацій (стр. 78). Особенность классификаціи Локіера состоитъ въ томъ, что въ ней разсматривается двойной ходъ звѣздной эволюціи: отъ состоянія туманности, съ послѣдовательнымъ подъемомъ температуры звѣзды, до самаго высокаго ея состоянія и, затѣмъ, съ послѣдовательнымъ убываніемъ температуры и яркости звѣзды, до почти полнаго ея погасанія. Къ сожалѣнію, сейчасъ еще нѣтъ способовъ различить, находится ли та или другая звѣзда въ состояніи подъема или пониженія своей температуры.

Какъ извѣстно, очень похожую на эту классификацію, хотя развитую и по нѣсколько инымъ основаніямъ, даетъ и Рэссель; къ ней мы вскорѣ возвратимся.

Дю-Лигондесъ (Du-Ligondes) же полагаетъ, что вселенная сводилась къ общему хаосу, образованному изъ различныхъ элементовъ, расположенныхъ во всѣхъ направленіяхъ и подверженныхъ взаимному притяженію. Хаосъ этотъ раздѣлился на отдѣльные клочья, которые послѣдовательнымъ сгущеніемъ дали происхожденіе всѣмъ мірамъ вселенной. Въ этихъ клочьяхъ хаосъ, вслѣдствіе стремленія молекулъ переноситься къ болѣе плотнымъ мѣстамъ, раздѣлился на очень большое число отдѣльныхъ частичекъ, движущихся около общаго центра тяжести во всѣхъ направленіяхъ и съ разнообразными скоростями. Эти частицы могутъ быть и твердыми метеоритами, и газовыми шарами, и всѣми промежуточными состояніями.

По мѣрѣ странствованія частицъ по своимъ путямъ, правильность ихъ движеній замѣтно нарушается частью потому, что частицы проходятъ слишкомъ близко одна отъ другой и потому взаимно притягиваются, частью же потому, что онѣ сталкиваются непосредственно Не будучи эластичными, но скорѣе будучи мягкими, такія частицы при столкновеніяхъ слипаются. Такимъ образомъ происходитъ послѣдовательная концентрація массы, которая мало-по-малу—время въ такихъ соображеніяхъ роли не играетъ — приводитъ окончательно къ образованію отдѣльныхъ звѣздъ и планетъ.

Другіе космогонисты склоняются къ тому взгляду, что не туманности обращаются въ звѣзды, а, наоборотъ, звѣзды даютъ происхожденіе туманностямъ или, точнѣе, наиболѣе распространенной формѣ этихъ объектовъ — спиральнымъ туманностямъ.

Такъ, авторы „планетезимальной“ гипотезы Мультонъ и Чемберлинъ (Moulton—Chamberlin) апеллируютъ къ звѣздамъ, движущимся одна по отношенію къ другой съ очень большими скоростями. Въ томъ необъятномъ просторѣ времени, о которомъ единственно и можно говорить въ космогоніи, неизбѣжно должно случиться, что рано или поздно двѣ какія-нибудь звѣзды пройдутъ очень близко одна отъ другой. Конечно, онѣ могутъ и прямо столкнуться, но это уже будетъ

исключительнымъ случаемъ. Въ большинствѣ же случаевъ онѣ только сблизятся и каждая опишетъ нѣкоторую дугу относительно другой.

Сблизившіяся тѣла произведутъ другъ въ другѣ громадныя приливныя напряженія. Возможенъ даже разрывъ ихъ на части. И очень вѣроятно, что тѣ изверженія изъ нѣдръ звѣздъ, которыя мы наблюдаемъ на примѣрѣ Солнца, въ видѣ мощныхъ протуберанцевъ, разовьются съ чрезвычайной силой, и частицы свѣтилъ будутъ далеко отброшены отъ ихъ нѣдръ. Авторы гипотезы указываютъ, что такое изверженіе должно быть наиболѣе сильнымъ у двухъ діаметрально противоположныхъ точекъ въ каждомъ свѣтилѣ, именно на діаметрѣ, опредѣляющемъ направленіе отъ одной изъ сблизившихся звѣздъ къ другой.

Эти частицы, выброшенныя изъ двухъ діаметрально противоположныхъ точекъ, станутъ двигаться — каждая около своей звѣзды — по самымъ разнообразнымъ, но все же эллиптическимъ орбитамъ. Такимъ образомъ, около каждой звѣзды получится множество очень мелкихъ планетокъ,— отсюда и названіе гипотезы планетезимальной. Совокупность же такихъ частицъ и представитъ, по утвержденію Мультона и Чемберлина, нѣчто подобное двойной спирали, именно той формы, которая столь изобильно наблюдается на небесномъ сводѣ подъ видомъ спиральныхъ туманностей. Спирали эти со временемъ должны все болѣе и болѣе закручиваться, потому что частицы, движущіяся по меньшимъ орбитамъ, будутъ перемѣщаться быстрѣе, чѣмъ частицы болѣе отдаленныя.

Центральная часть образовавшейся спиральной туманности какъ была, такъ и осталась центромъ системы,— ея солнцемъ. Болѣе же крупные узлы роя частицъ дадутъ начало планетамъ, масса которыхъ постепенно будетъ увеличиваться привлеченіемъ къ себѣ болѣе мелкихъ частицъ, орбиты которыхъ перекрещиваются съ орбитами узловъ.

Само собой разумѣется, что разсмотрѣнный путь звѣздной эволюціи не можетъ считаться обязательнымъ для каждой изъ нихъ. Многія звѣзды могутъ эволюціонировать и иначе, никогда не сближаясь съ сосѣдками, способными вызвать у нихъ образованіе спиральной туманности.

Теперь скажемъ нѣсколько словъ о гипотезѣ Си (See), интересной по смѣлости своихъ заключеній.

Си, въ разрѣзъ почти съ общепринятымъ мнѣніемъ, утверждаетъ, что планеты вовсе не имѣютъ родственнаго Солнцу происхожденія, какъ равно и спутники, напримѣръ, Луна по отношенію къ Землѣ,— не родственны своимъ планетамъ. По его мнѣнію, и планеты и спутники существовали въ качествѣ постороннихъ, блуждающихъ, небесныхъ тѣлъ, и были, проходя мимо, захвачены въ плѣнъ — первыя Солнцемъ, вторые—своими планетами.

Произошло же плѣненіе планетъ Солнцемъ при такихъ обстоятельствахъ: нѣкогда Солнце было окружено атмосферой, распространявшейся на очень большое разстояніе и обладавшей мощнымъ сопротивленіемъ. Когда блуждающее свѣтило попадало въ солнечную атмосферу, оно испытывало сопротивленіе, подъ вліяніемъ котораго орбита свѣтила, бывшая параболической или гиперболической, становилась эллиптической. Затѣмъ сопротивленіе среды измѣняло форму эллипса до почти круговой формы. Когда же, наконецъ, Солнце мало-по-малу поглотило всю сопротивляющуюся атмосферу, орбиты планетъ стали сохранять неизмѣнными свои приблизительно круговыя орбиты.

Въ отношеніи туманностей Си главнымъ образомъ базируется на дѣйствіи отталкивательныхъ силъ, которыя обнаруживаются въ явленіяхъ кометныхъ хвостовъ и солнечной короны и которыя вѣроятно существуютъ повсемѣстно въ природѣ. Благодаря этимъ отталкивательнымъ силамъ, происходитъ разсѣяніе матеріи, и изъ звѣздъ выдѣляется тонкая космическая пыль, которая стремится сгуститься по преимуществу въ пустыхъ пространствахъ. Изъ этой космической пыли и образуются туманности, могущія принять любую изъ наблюденныхъ на небѣ формъ... Изъ туманностей послѣдовательнымъ сгущеніемъ образуются планетныя и звѣздныя системы. Наше же солнечная система, по мнѣнію Си, образовалась изъ спиральной туманности.

Оставляя въ сторонѣ воззрѣнія нѣкоторыхъ другихъ авторовъ космогоническихъ гипотезъ, мы теперь привлечемъ еще вниманіе читателя на очень оригинальные взгляды, принадлежащіе извѣстному шведскому ученому Аррениусу (S. Arrhenius).

По воззрѣніямъ Аррениуса, между небесными тѣлами происходитъ постоянный обмѣнъ вещества и даже зародышей живыхъ организмовъ. Общеніе это является слѣдствіемъ радіацій. О существованіи электрическаго отталкиванія всѣмъ хорошо извѣстно; но отталкиваніе производится также и свѣтомъ. Фактъ этотъ, давно уже предусмотрѣнный теоретически, подтвержденъ и опытами — прежде всего извѣстнымъ московскимъ физикомъ Лебедевымъ, а затѣмъ и другими.

Всякая частица, находящаяся въ окрестностяхъ небеснаго тѣла, напримѣръ, Солнца, — подвергается дѣйствію двухъ силъ: силы притяженія и силы отталкиванія. Первая изъ нихъ зависитъ отъ массы частицы, вторая—отъ ея поверхности. Вообще преобладаетъ, конечно, сила притяженія, и по этой причинѣ и Солнце и другія небесныя тѣла притягиваютъ къ себѣ встрѣчающіяся на пути частицы, напримѣръ, метеориты, космическую пыль и т. п. Однако, это существуетъ только до извѣстныхъ предѣловъ. Если частица достаточно мала, обѣ силы притяженія и отталкиванія могутъ уравновѣситься. При еще меньшихъ размѣрахъ частицы, сила отталкиванія можетъ даже пере-

вѣсить, и выброшенная, напримѣръ, изъ нѣдръ Солнца частица не только не возвратится обратно на Солнце, но будетъ оттолкнута его лучами и уйдетъ въ междузвѣздное пространство. Чѣмъ меньше частица, тѣмъ сильнѣе отталкиванiе,—однако опять лишь до опредѣленнаго предѣла. Слишкомъ малыя частицы или отталкиваются съ меньшей силой, или даже вовсе не отталкиваются, и падаютъ обратно на свѣтило.

Вычисленiя показали, напримѣръ, что на водяную сферическую частицу, отражающую всѣ падающiе на нее лучи, дѣйствiя силъ притяженiя и отталкиванiя уравновѣшиваются, если дiаметръ частицы составляетъ 0.0015 миллиметра. При еще меньшихъ размѣрахъ сила отталкиванiя преодолѣваетъ; напримѣръ, при дiаметрѣ частицы въ 0.00016 миллиметра эта сила превосходитъ силу притяженiя въ десять разъ. Изъ опытовъ же извѣстно, что частицы столь малыхъ размѣровъ въ природѣ существуютъ.



Рис. 104. С. Аррениусъ.

Для разъясненiя вопроса о томъ, какимъ образомъ возникаютъ подобныя частицы, Аррениусъ апеллируетъ къ извѣстному физикамъ свойству нѣкоторыхъ лучей, въ частности ультра-фiолетовыхъ—а послѣдними Солнце богато,—iонизировать газы. Iоны же, какъ извѣстно, обладаютъ свойствомъ сгущать около себя пары. Такъ объясняютъ, между прочимъ, и образованiе въ земной атмосферѣ водяныхъ капель. Самыя крупныя изъ образовавшихся въ атмосферѣ свѣтила частицъ падаютъ обратно, другiя же отталкиваются.

Чтобы не расширять чрезмѣрно нашего изложенiя, укажемъ лишь вкратцѣ на то, что подобныя частицы заряжены отрицательнымъ электричествомъ и что онѣ имѣютъ большiе шансы пуститься въ междузвѣздное путешествiе, гонимыя и электрическими и свѣтовыми лучами. Такой же участи могутъ подвергнуться и мельчайшiя частицы изъ числа выброшенныхъ при протуберанцевыхъ изверженiяхъ.

Именно эти отталкивательныя силы, по мнѣнiю Аррениуса, и производятъ явленiя кометныхъ хвостовъ, а также лучей и струй солнечной короны,—явленiй, о которыхъ установлено, что они вызываются дѣйствiемъ солнечныхъ отталкивательныхъ силъ.

Такой бомбардировкой пространства занимается, конечно, не только Солнце, но и всѣ другiя свѣтила, и занимаются этимъ дѣломъ отъ предвѣчныхъ временъ. Естественно, что въ пространствѣ витаетъ не мало такихъ миніатюрныхъ странницъ. Естественно также и то, что временами онѣ встрѣчаются, притягиваются, сталкиваются, слипаются

и пораждаютъ такимъ образомъ скопища космической пыли и даже метеоры.

Доходятъ наэлектризованныя странницы и до Земли и притомъ довольно быстро — въ какіе-нибудь 20—30 часовъ. Имъ Аррениусъ и приписываетъ явленіе полярныхъ сіяній.

Но до планетъ съ ихъ спутниками, а также до кометъ, доходитъ и перехватывается ими только ничтожная часть странствующихъ частицъ; остальныя же продолжаютъ свой путь въ пространствѣ. Значительная часть ихъ наталкивается на небесныя тѣла громадныхъ размѣровъ,—на туманности.

Аррениусъ полагаетъ, что туманности имѣютъ низкую температуру, немногимъ выше абсолютнаго нуля (—273° С). Онъ думаетъ также, что существуетъ очень большое количество невидимыхъ и неизвѣстныхъ намъ туманностей, и что темныя туманности преобладаютъ на небѣ.

Свѣченіе же туманностей—большее или меньше—зависитъ отъ количества перехваченной ими заряженной электричествомъ пыли. Если ея попало на туманность достаточное количество, послѣдняя начинаетъ сіять электрическимъ свѣченіемъ и притомъ лишь въ наружныхъ частяхъ, такъ какъ пришедшія издалека частицы задерживаются въ наружныхъ частяхъ туманности, не проникая въ ея глубину. Такимъ образомъ, свѣченіе поверхностныхъ частей туманности должно быть сравниваемо съ полярными сіяніями нашей атмосферы.

Свѣтятся, конечно, тѣ именно газы, которые находятся на внѣшнихъ частяхъ туманности. Аррениусъ указываетъ на то, что элементами, плохо отвердѣвающими при сильномъ морозѣ и сохраняющими газообразное состояніе, именно и являются водородъ, гелій и по всей вѣроятности небулій. По этой причинѣ линіи указанныхъ элементовъ и видны въ спектрѣ туманностей. Конечно, не исключается возможность и даже вѣроятность присутствія въ туманностяхъ и другихъ элементовъ, однако заключенныхъ въ болѣе глубокихъ ихъ нѣдрахъ и уже въ жидкомъ или твердомъ состояніи.

Происхожденіе наиболѣе распространенной формы въ туманномъ мірѣ—спиральныхъ туманностей — Аррениусъ объясняетъ тѣмъ, что онѣ являются слѣдствіемъ столкновенія двухъ звѣздъ, т.-е. возникаютъ въ томъ порядкѣ, который приписывается возникновенію новыхъ звѣздъ.

Какъ бы ни были велики калорическіе запасы въ Солнцѣ, но все же наступитъ, наконецъ, моментъ, когда наружныя части свѣтила начнутъ охлаждаться, отвердѣвать, и Солнце покроется корой. Однако, внутреннія его части будутъ въ состояніи, очень мало отличающемся отъ современнаго, и такимъ образомъ со временемъ Солн-

це будетъ походить на бомбу, заряженную взрывчатыми веществами. Тотъ же процессъ, конечно, происходитъ и со всякой другой звѣздой. Такимъ образомъ, въ пространствѣ витаютъ темныя звѣзды, и Аррeніусъ полагаетъ, въ согласіи съ болѣе поздними воззрѣніями, что темныхъ звѣздъ существуетъ даже больше, чѣмъ яркихъ. Время отъ времени должно происходить, что двѣ такихъ бомбы—яркія или темныя —встрѣчаются и сталкиваются. Результатомъ столкновенія и будетъ возникновеніе огромнаго количества свѣта и теплоты, т.-е. извѣстное уже явленіе временной звѣзды.

Только въ исключительныхъ случаяхъ столкновеніе будетъ центральнымъ; вообще же оно будетъ боковымъ, и результатомъ его явится быстрое вращательное движеніе временной звѣзды. Это столкновеніе вызоветъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, двѣ мощныхъ струи матеріи, подобныя огромныхъ изверженіямъ взрывчатыхъ матеріаловъ, находившихся въ нѣдрахъ свѣтилъ. Вслѣдствіе развившейся большой центробѣжной силы, вся масса сплющивается въ огромный вращающійся дискъ, при чемъ внутреннія части обладаютъ большой плотностью и подобны веществу Солнца, наружныя же разрѣжены и похожи на туманность. Вокругъ же центральнаго тѣла будутъ видны остатки двухъ газовыхъ пучковъ, выброшенныхъ при столкновеніи, завернувшіеся спиралью съ двумя вѣтвями (рис. 105). Такимъ образомъ и получается спиральная туманность.

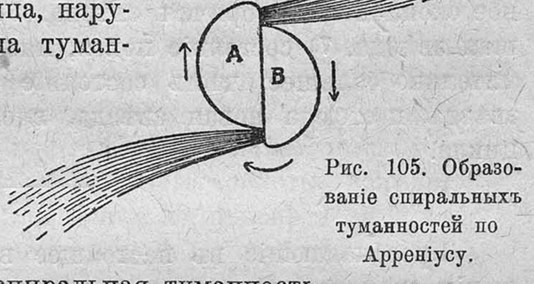


Рис. 105. Образованіе спиральныхъ туманностей по Арреніусу.

Есть еще и другія туманности, раскинувшіяся на широкое пространство и имѣющія неправильныя формы. Такія туманности задерживаютъ значительное количество частицъ космической пыли. Частицы эти образуютъ центры, около которыхъ уплотняются находящіеся по близости газы. Масса пылинокъ при этомъ увеличивается. При столкновеніяхъ онѣ склеиваются, подобно жидкостямъ. Такимъ путемъ постепенно въ средѣ туманностей формируются метеориты.

Движущіяся въ пространствѣ звѣзды рано или поздно встрѣчаются съ подобными туманностями, носящими въ себѣ рои метеоритовъ. Болѣе крупныя и быстро движущіяся звѣзды пробиваются сквозь туманности, обогащаясь за ихъ счетъ своей массой. Мелкія же звѣзды и движущіяся медленнѣе задерживаются въ туманностяхъ примѣрно такъ, какъ задерживаются мухи паутиной, черезъ которую онѣ стремились перелетѣть.

Взятыя въ плѣнъ звѣзды притяженіемъ стягиваютъ къ себѣ

матерію туманностей и увеличиваются за ихъ счетъ, образуя столько звѣздъ, сколько образовалось въ каждой туманности центровъ сгущенія. Такимъ образомъ въ туманности образуется звѣздное скопленіе. Точнѣе, туманность обращается въ скопленіе изъ отдѣльныхъ звѣздъ.

Такую же судьбу имѣютъ и спиральныя туманности, въ которыя также проникаютъ постороннія небесныя тѣла, частью перелетающія черезъ нее, частью же задерживающіяся въ ней. Въ послѣдней также образуется около каждаго изъ такихъ тѣлъ уплотненіе матеріи, и спиральная туманность мало-по-малу обращается въ звѣздное скопленіе. Этимъ Аррeніусъ и объясняетъ непрерывный спектръ спиральныхъ туманностей: находящіяся въ нихъ звѣзды совершенно затмеваютъ сравнительно слабый свѣтъ туманной пыли.

Каждая изъ звѣздъ скопленія, образующагося въ туманностяхъ, проходитъ обычный эволюціонный путь.

Такимъ образомъ, Арреніусъ предполагаетъ существованіе въ міровомъ развитіи кругового процесса, дѣйствовавшаго во всѣ времена, въ слѣдущемъ эволюціонномъ циклѣ: 1) новая звѣзда, какъ результатъ столкновенія двухъ звѣздъ, 2) спиральная туманность, 3) звѣздное скопленіе, 4) горячая звѣзда, 5) охладившаяся звѣзда, 6) погасшая звѣзда, 7) состояніе покоя, иногда очень продолжительное, значительно большее, чѣмъ состояніе свѣченія, 8) столкновеніе двухъ звѣздъ и отсюда новая звѣзда, влекущая за собой повтореніе всего цикла.

Преобладающіе въ настоящее время взгляды на звѣздную эволюцію сводятся, въ краткихъ словахъ, къ тому, что начальнымъ звеномъ эволюціонной цѣпи являются туманности, безформенныя — распространенныя и планетныя; спектры послѣднихъ, состоящіе изъ яркихъ линій, по Гарвардской классификаціи и составляютъ группу P. Далѣе идутъ звѣзды Вольфа—Райе, или типъ O, въ спектрѣ которыхъ видны яркія линіи, частью изолированныя, частью видимыя на непрерывномъ фонѣ; потомъ звѣзды типовъ B и A, характеризуемыя преимущественно линіями водорода и гелія, или бѣлыя звѣзды; затѣмъ, черезъ типы F и G, подходятъ къ желтымъ звѣздамъ солнечнаго типа. Цѣпь кончается, черезъ типъ K, красными звѣздами типовъ M и N, въ спектрѣ которыхъ видны какъ линіи, такъ и полосы поглощенія. Этотъ порядокъ соотвѣтствуетъ и измѣненію температуры небесныхъ тѣлъ, въ предположеніи, что туманности обладаютъ самыми высокими температурами, и сводится къ тому, что звѣзды—результатъ сгущенія газообразныхъ туманностей, первымъ продуктомъ котораго являются звѣзды Вольфа—Райе.

Но достаточно извѣстно, что взглядъ на высокую температуру туманностей нынѣ уже дискредитированъ. Если такъ, то представля-

ется непреодолимымъ препятствіемъ для разсмотрѣнной эволюціонной цѣпи объяснить переходъ отъ очень холодныхъ—съ температурой близкой къ абсолютному нулю—туманностей къ звѣздамъ Вольфа—Райе и самымъ горячимъ звѣздамъ типовъ В и А, послѣ чего слѣдуетъ серія болѣе охлажденныхъ звѣздныхъ типовъ. Далѣе, извѣстно, что лучевыя скорости звѣздъ довольно тѣсно связаны со спектральнымъ типомъ, причемъ наименьшей скоростью (около 6 километровъ) обладаютъ звѣзды В, наибольшей же (до 29 килом.) звѣзды Md. Опять является труднымъ объяснить непосредственный переходъ отъ скоростей планетныхъ туманностей (около 40 килом.) къ медленнымъ скоростямъ звѣздъ В, послѣ чего вновь слѣдуетъ увеличеніе этихъ скоростей.

Гипотеза Рэсселя является попыткой найти выходъ изъ такого затрудненія.

Идеи Рэсселя, о спектральной классификаціи котораго уже упоминалось (стр. 83), пріобрѣтаютъ интересъ въ связи съ недавнимъ подтвержденіемъ спектроскопческимъ путемъ существованія въ спектральномъ классѣ М звѣздъ — гигантовъ и звѣздъ—карликовъ.

Основнымъ фактомъ эволюціи онъ принимаетъ постепенное сжатіе газовой массы звѣзды, сопровождаемое температурными и свѣтовыми процессами, которые были изслѣдованы Лэномъ (Lane), Риттеромъ (Ritter) и другими. По мѣрѣ того, какъ вновь народившаяся звѣзда сгущается, ея температура повышается, однако лишь до извѣстной степени сгущенія; потеря же звѣздою теплоты, вслѣдствіе излученія въ пространство, болѣе или менѣе компенсируется, и звѣзда сохраняетъ свою яркость почти неизмѣнной. Но затѣмъ, при дальнѣйшемъ сгущеніи звѣзды, убыль температуры уже недостаточно возмѣщается; температура звѣзды начинаетъ падать и, вмѣстѣ съ тѣмъ, уменьшается ея яркость.

Въ процессѣ эволюціи, звѣзды, по Рэсселю, располагаются такъ: начинается съ гигантскихъ звѣздъ типа М; затѣмъ, по мѣрѣ возрастанія температуры и плотности, но съ постепеннымъ уменьшеніемъ объема, слѣдуютъ гиганты въ порядкѣ спектровъ, обратномъ общепринятому, именно: K, G, F, A и B; потомъ, съ дальнѣйшимъ возрастаніемъ температуры и плотности, звѣзда проходитъ черезъ серію карликовыхъ состояній, но въ обычномъ порядкѣ звѣздныхъ спектровъ: A, F, G, K до красныхъ звѣздъ М, самыхъ слабыхъ изъ до сихъ поръ извѣстныхъ. Такой порядокъ указывается постепеннымъ измѣненіемъ плотности звѣздъ. Самой горячей звѣзда оказывается на срединѣ ея жизненной карьеры, а красныя звѣзды, какъ и у Локіера, являются начальнымъ и конечнымъ этапами ея видимости. Гиганты представляютъ послѣдовательныя стадіи нагрѣванія звѣзды, а карлики такія же стадіи ея охлажденіи.

Самыя горячія звѣзды, принадлежащія къ типу В, обладаютъ наибольшей массой по сравненію съ другими спектральными типами;

поэтому только самыя массивныя изъ звѣздъ и переходятъ черезъ состояніе В. Другія же, менѣе массивныя, тѣла достигаютъ лишь состоянія А, послѣ чего проходятъ черезъ этапы эволюціи карликовъ. Еще менѣе массивныя достигаютъ только до состоянія F и такъ далѣе.

Такимъ образомъ, по Рэсселю, звѣзды проходятъ шкалу спектральной классификаціи сначала въ температурномъ отношеніи снизу вверхъ, отъ туманнаго состоянія для класса В (или только А и т. п.), а потомъ проходятъ ту же шкалу вторично, но въ обратномъ порядкѣ, пока, перейдя черезъ красное состояніе, не дойдутъ до невидимости.

Отсюда легко понять, почему не обнаруживается звѣздъ съ массой меньшей, чѣмъ $^1/_{10}$ массы Солнца. Маленькія тѣла не достигаютъ, даже при ея максимумѣ, такой температуры, чтобы быть достаточно замѣчаемыми въ качествѣ звѣздъ, и примѣромъ подобныхъ тѣлъ могутъ служить наши Юпитеръ и Сатурнъ.

Рэссель разсматриваетъ также вопросъ о томъ, что предшествуетъ и что слѣдуетъ за классомъ М. Въ отношеніи послѣдующихъ стадій ясно, что наиболѣе продвинувшіеся въ эволюціи карлики настолько слабы по блеску, что даже въ ближайшемъ отъ насъ сосѣдствѣ они могли бы быть замѣчены развѣ лишь при систематическихъ поискахъ, среди слабѣйшихъ звѣздъ со значительнымъ собственнымъ движеніемъ. Звѣзды же гиганты типа М, при невысокой температурѣ, имѣютъ максимумъ энергіи за инфра-красной частью спектра, почему въ такомъ состояніи излучаютъ слишкомъ мало свѣта, чтобы быть замѣченными; во всякомъ случаѣ, звѣзды этого типа еще слишкомъ мало изслѣдованы. Возможно, что переднее мѣсто въ серіи гигантовъ занимаютъ именно звѣзды N съ большой яркостью и чрезвычайно красныя, но окончательно отвести имъ мѣсто Рэссель еще затрудняется. Также возможно, что звѣзды класса О (звѣзды Вольфа—Райе), обладающія большой яркостью, лежатъ за классомъ В, на самой вершинѣ температурной шкалы.

Классификація Рэсселя можетъ быть резюмирована такою таблицей:

Спектр. типъ.	Средняя лучевая скорость.	Показатель цвѣта.	Температура.	Плотность.
P	40 килом.		низкая	низкая
M	17 „	1.6	3 100° (С)	1/20 000 ☉
K	17 „	1.3	4 200	.....
G	16 „	0.8	5 000	.....
F	14 „	0.4	7 500	.....
A	10 „	0.0	11 000	1/10 ☉
B	6 „	—0.3	20 000	1/10 ☉
A	10 „	0.0	11 000	.....

Спектр. типъ.	Средняя лучевая скорость.	Показатель цвѣта.	Температура.	Плотность.
F	14 килом.	0.4	7 500	.....
G	16 „	0.8	5 000	1
K	17 „	1.3	4 200	>⊙
M	17 „	1.6	3 100	>⊙
Md	29 „			.....
N	..... „	2.5	2 300	.....

Однако, и гипотеза Рэсселя встрѣчается съ серьезными затрудненіями.

Такъ, напримѣръ, предусмотрѣнный ею непосредственный переходъ отъ планетныхъ туманностей P къ типу M нигдѣ не подтверждается наблюденіями. Очень часто наблюдается, что туманныя области ассоціированы со звѣздами типовъ O, B и A и никогда—съ типами G, K, M и N; тамъ, гдѣ рельефно замѣчается образованіе звѣздъ изъ туманного матеріала, какъ, напримѣръ, въ Плеядахъ, въ туманности Оріона и т. п., мы видимъ звѣзды O и B. Слѣдовательно, имѣется налицо наглядное доказательство того, что состояніе безформенныхъ и большихъ туманностей стоитъ впереди именно этихъ спектральныхъ типовъ, но не тѣхъ, которыхъ требуетъ шкала Рэсселя.

Далѣе, цѣлый рядъ наблюденій устанавливаетъ прямое соотношеніе между планетными туманностями и звѣздами Вольфа—Райе. Однѣ изъ такихъ звѣздъ оказываются окруженными свѣтлой газовой оболочкой, въ которой найдены яркія линіи небулія и др.; это доказываетъ, что газовая оболочка есть реальная планетная туманность. Съ другой стороны, въ ядрахъ нѣкоторыхъ изъ планетныхъ туманностей найдены полосы, характеризующія звѣзды Вольфа—Райе; слѣдовательно, ядра подобныхъ туманностей оказываются звѣздами типа O. Это приводитъ къ выводу, что ядра планетныхъ туманностей не только тѣсно примыкаютъ къ звѣздамъ Вольфа—Райе, но въ большинствѣ случаевъ онѣ именно и являются такими звѣздами. А отсюда слѣдуетъ, что звѣзды Вольфа—Райе (O) и непосредственно примыкающія къ нимъ B—звѣзды стоятъ рядомъ съ типомъ P, безъ участія промежуточной связи изъ желтыхъ и красныхъ звѣздъ.

Есть, затѣмъ, еще и нѣкоторыя другія затрудненія, препятствующія принятію полностью гипотезы Рэсселя.

Передъ читателемъ продефилировалъ, такимъ образомъ, цѣлый рядъ продуманныхъ воззрѣній на происхожденіе міровъ и на роль въ этомъ дѣлѣ туманностей. Однако, ни одна изъ изложенныхъ нами гипотезъ не можетъ еще считаться пошедшей по безусловно вѣрному пути, и съ выборомъ рабочей гипотезы не слѣдуетъ торопиться. Рѣшеніе космогонической задачи очевидно еще не созрѣло.

IX.

Млечный Путь.

Въ безлунныя ночи на небѣ бросается въ глаза серебристая полоса, бороздящая темный сводъ. Рѣкою нѣжнаго свѣта—то яркаго, то едва замѣтнаго—протекаетъ она съ причудливыми очертаніями, по созвѣздіямъ, образуя бѣлесоватые заливы, обходя темные полуострова и острова. Въ иныхъ мѣстахъ этотъ матовый поясъ кажется очень узкимъ и даже совсѣмъ прерывается. Въ другихъ—онъ широкъ и захватываетъ обширныя пространства. Мѣстами онъ какъ будто раздваивается, точно настоящая рѣка, встрѣтившая на пути каменистую преграду.

Вся полоса Млечнаго Пути усыпана яркими звѣздами и узорами созвѣздій. И глазу кажется, что эти яркія звѣзды къ намъ близки, а Млечный Путь находится гдѣ-то далеко за ними.

Млечный Путь виденъ тою или другой своею частью во всякую ясную ночь. Наблюдать его слѣдуетъ невооруженнымъ глазомъ. Сильные инструменты для его разсмотрѣнія не годятся. Конечно, во всемъ великолѣпіи Млечный Путь виденъ на экваторѣ, гдѣ, при суточномъ обращеніи свода, всѣ его части проходятъ надъ головой наблюдателя, и Млечный Путь представляется дѣйствительно замкнутой полосой. Лучше всего разсматривать Млечный Путь лѣтомъ и осенью, въ ночи, когда на небѣ нѣтъ Луны, а воздухъ чистъ и прозраченъ. Тогда онъ виденъ на большомъ пространствѣ со многими подробностями и въ очертаніяхъ и въ блескѣ.

Проведемъ среднюю линію черезъ полосу Млечнаго пути. Если не считаться съ его такъ называемымъ раздвоеніемъ, о которомъ мы еще будемъ говорить, то кажется, что эта средняя линія является довольно правильнымъ кругомъ, однако не большимъ, а малымъ; послѣдній отклоняется очень немного къ югу отъ параллельнаго ему большого круга. Это отклоненіе, какъ не трудно понять, вызывается эксцентрическимъ положеніемъ солнечной системы—къ сѣверу относительно Млечнаго Пути. Если бы Солнце находилось какъ разъ посрединѣ

галактическаго кольца, то средняя его линія представилась бы въ точности большимъ кругомъ.

Млечный Путь проходитъ на небесномъ сводѣ, послѣдовательно, въ сѣверной полусферѣ черезъ слѣдующія созвѣздія: Змѣеносецъ, Орелъ, Стрѣла, Лира, Лисичка, Цефей, Кассіопея, Жирафъ, Персей, Возничій, Телецъ, между Близнецами и Малымъ Псомъ съ одной стороны и Оріономъ—съ другой; въ южной же: Единорогъ, Корабль

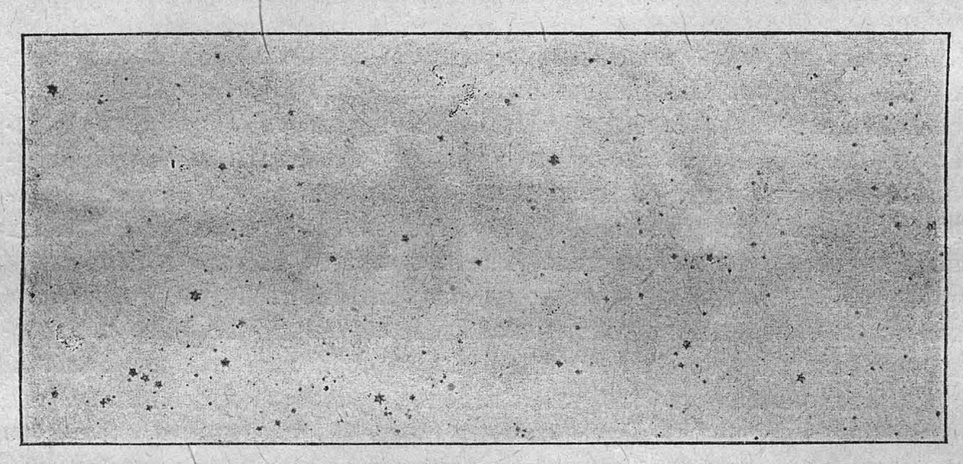




Рис. 106. Общій видъ Млечнаго Пути въ сѣверномъ полушаріи по рисунку Истона.

Арго, Южный Крестъ, Центавръ, Скорпіонъ, Стрѣлецъ, Щитъ Собѣсскаго. Своей полосой Млечный Путь покрываетъ около одной десятой всей поверхности небесной сферы.

Проведемъ черезъ полосу Млечнаго Пути большой кругъ, который примемъ за млечный, или галактическій, экваторъ. Тогда сѣверный галактическій полюсъ найдетъ мѣсто въ созвѣздіи Волосы Вероники ($\alpha = 193^0$, $\delta = +27^0$). Небесный и галактическій экваторы пересѣкаются подъ угломъ около 60^0. Самое сѣверное склоненіе Млеч-

ный Путь имѣетъ въ Кассіопеѣ и Цефеѣ, самое южное—въ Южномъ Крестѣ. Съ экваторомъ Млечный Путь пересѣкается между 6 и 7 часами прямого восхожденія—восточнѣе созвѣздія Оріона—и между 18 и 19 часами—въ созвѣздіи Орла. Малые круги, проведенные параллельно галактическому экватору, называются галактическими параллелями.

Этомъ матовый молочный поясъ съ давнихъ поръ привлекалъ къ себѣ вниманіе. Онъ послужилъ темой для многихъ легендъ, объясняющихъ его происхожденіе. Но, несмотря на скудость астрономическихъ познаній, еще въ древнія времена Демокритомъ была высказана вѣрная догадка относительно сущности этого явленія. Демокритъ полагалъ, что Млечный Путь состоитъ изъ громаднаго скопища очень малыхъ звѣздъ, настолько сжатыхъ между собою, что ихъ лучи сливаются и производятъ поэтому впечатлѣніе матовой полосы. Но еще много времени прошло, пока Галилей въ XVII вѣкѣ подтвердилъ догадку Демокрита. По изобрѣтеніи своего телескопа, Галилей тотчасъ же направилъ его на загадочную полосу и дѣйствительно увидалъ, что Млечный Путь состоитъ изъ безчисленнаго множества очень слабыхъ звѣздъ. Однако впослѣдствіи было замѣчено, что нѣкоторыя части Млечнаго Пути рѣшительно не поддаются разложенію на звѣзды. Этимъ было установлено, что въ Млечномъ Пути существуетъ сожительство звѣзднаго и туманнаго элементовъ.

Воспроизвести Млечный Путь на рисункѣ очень трудно, и ни одинъ изъ существующихъ его рисунковъ не можетъ считаться удачнымъ. Болѣе вѣрное понятіе о немъ даютъ фотографіи, въ особенности прекрасные снимки Барнарда, Гарвардской обсерваторіи и М. Вольфа въ Гейдельбергѣ.

По внѣшнему виду, представляющемуся невооруженному глазу, Млечный Путь можно сравнить съ грубо и небрежно намазанной декораціей. Дѣйствительно, онъ весь состоитъ изъ серіи отдѣльныхъ свѣтлыхъ пятенъ, можно сказать, свѣтлыхъ облаковъ, иногда очень яркихъ и замѣтно накладывающихся одно на другое, а иногда слабыхъ и кажущихся почти одинаковой яркости. Приблизительно такое же впечатлѣніе производитъ на небѣ нагроможденіе обычныхъ облаковъ однихъ на другія. На всемъ пробѣгѣ Млечнаго Пути различаютъ множество свѣтовыхъ нюансовъ, которые могутъ быть распредѣлены по тоновой шкалѣ приблизительно въ два десятка или болѣе разныхъ оттѣнковъ.

Этотъ характеръ—изъ ряда близкихъ между собою или налегающихъ одно на другое свѣтлыхъ пятенъ разной интенсивности—и вызываетъ цѣлый рядъ особенностей въ конфигураціи Млечнаго Пути, на которыхъ мы сейчасъ остановимся детальнѣе. Пока же отмѣ-

тимъ, что не трудно угадать истинную природу свѣтлыхъ его пятенъ. Они, конечно, являются большими агрегатами слабыхъ звѣздъ, сливающимися, благодаря ихъ многочисленности и отдаленности, въ одно свѣтлое пятно. Съ полнымъ правомъ ихъ можно называть звѣздными облаками.



Рис. 107. Млечный Путь въ созвѣздіяхъ Волка и Жертвенника.

Прежде всего, при взглядѣ въ лѣтніе ночи на Млечный Путь, бросается въ глаза группа отдѣльныхъ свѣтлыхъ пятенъ, образующая иллюзію его раздвоенія. Именно такъ, хотя едва ли правильно, обыкновенно и принято понимать это явленіе.

Но если внимательно всмотрѣться въ небо, то легко замѣтить, что главная полоса Млечнаго Пути, какъ шла, такъ и идетъ широкой лентой, не проявляя признаковъ ни уклоненія отъ своей сред-

ней линіи, ни расщепленія на двѣ. Начиная же отъ самой широкой части галактической полосы, дѣйствительно, замѣчается рядъ свѣтлыхъ пятенъ, тянущихся приблизительно по дугѣ съ большими или меньшими перерывами на 120°, отъ созвѣздія Цефея,—а не отъ Лебедя, какъ обыкновенно говорятъ,—черезъ Лиру къ Змѣеносцу и далѣе въ южное небо. Въ сѣверной части такъ называемой вѣтви просто глазомъ авторъ всегда различаетъ, во-первыхъ, пятно, расположенное отъ Цефея въ направленіи къ Полярной звѣздѣ, потомъ другое пятно, слабое и, вѣроятно, состоящее изъ сравнительно разрѣженной массы звѣздъ, и затѣмъ два большихъ свѣтлыхъ пятна (быть можетъ, каждое изъ нихъ образовано тѣснымъ наложеніемъ—одно близъ другого—нѣсколько пятенъ), раздѣленныхъ между собою промежуткомъ, почти лишеннымъ звѣздъ.

Послѣ второго большого свѣтлаго пятна, въ боковой вѣтви, въ созвѣздіи Змѣеносца и еще южнѣе, замѣчается очень длинный перерывъ—на видъ совсѣмъ беззвѣздное пространство,–и этотъ перерывъ сплошности боковой вѣтви Млечнаго Пути простирается болѣе, чѣмъ на десять градусовъ. Въ созвѣздіи Скорпіона, приблизительно на пути вѣтви, вновь появляются свѣтлыя пятна, соединяющіяся съ главной полосой въ созвѣздіи Стрѣльца. Наибольшого отдаленія отъ главной полосы отдѣлившіяся пятна достигаютъ на 18°, близъ созвѣздія Скорпіона.

Интересенъ и важенъ тотъ фактъ, что въ пространствѣ между главной полосой и боковой серіей свѣтлыхъ пятенъ нѣкоторые наблюдатели, при очень благопріятныхъ атмосферныхъ условіяхъ, замѣчали фонъ изъ туманнаго свѣта. Число яркихъ звѣздъ проектирующихся на темныя мѣста Млечнаго Пути, здѣсь не меньше, чѣмъ на всемъ остальномъ небѣ. Что же касается болѣе слабыхъ звѣздъ, то по извѣстному Боннскому каталогу видно, что въ пространствѣ между вѣтвями телескопическія звѣзды расположены въ изобиліи, уступая по плотности только Млечному Пути. О распредѣленіи здѣсь еще болѣе слабыхъ звѣздъ мы будемъ имѣть случай говорить.

Помимо этого эффекта, результатомъ строенія полосы Млечнаго Пути изъ ряда свѣтлыхъ пятенъ являются: различная его ширина, перерывы въ главномъ пути и многочисленныя неправильности внѣшнихъ контуровъ, сопровождаемыя отростками и выступами.

Ширина полосы сильно колеблется. Самыхъ большихъ размѣровъ эта ширина достигаетъ въ созвѣздіи Лебедя, въ 10°—15°, и еще больше въ созвѣздіи Корабля—почти до 30°. Самое же узкое мѣсто въ ней находится на южномъ небѣ, въ созвѣздіи Южнаго Креста, гдѣ полоса имѣетъ не болѣе 3° ширины. Правильности въ измѣненіи ширины полосы Млечнаго Пути почти не замѣчено; она вообще имѣетъ клочковатый характеръ, хотя въ части сѣвернаго, напримѣръ, неба, отъ Кассіопеи до Оріона, эта полоса значительно уже слабѣе

и равномѣрнѣе по блеску, чѣмъ въ части отъ Лебедя черезъ Орла къ Стрѣльцу.

Что же касается перерывовъ сплошности полосы, то, помимо того, что было уже сказано о боковой цѣпи свѣтлыхъ пятенъ, такой же перерывъ существуетъ и на южномъ небѣ. Именно, отъ созвѣздія Единорога Млечный Путь суживается и, вмѣстѣ съ тѣмъ, свѣтлѣетъ. Близъ созвѣздія Корабля полоса его расширяется и вдругъ совершенно обрывается. Пустое пространство продолжается почти на де-



Рис. 108. Млечный Путь вокругъ звѣзднаго скопленія въ Щитѣ Собѣсскаго (М. 11).

сять градусовъ. Съ другой стороны перерыва, въ томъ же созвѣздіи Корабля, Млечный Путь представляется въ видѣ широкаго вѣера, состоящаго изъ нѣсколькихъ вѣтвей, и тянется, снова суживаясь, до созвѣздія Южнаго Креста. Въ этомъ мѣстѣ наша полоса и достигаетъ своей наименьшей ширины. Далѣе идетъ новое ея расширеніе до созвѣздія Центавра, гдѣ Млечный Путь очень широкъ, послѣ чего вскорѣ начинается уже извѣстная намъ боковая серія свѣтлыхъ пятенъ Млечнаго Пути.

Въ разныхъ мѣстахъ Млечнаго Пути, на наружныхъ его частяхъ, замѣчаются, какъ ихъ обозначаютъ, отвѣтвленія, которыя вообще трудно

наблюдать, такъ какъ они скоро ослабѣваютъ и съ трудомъ выслѣживаются. Объ одной изъ такихъ вѣтвей говорятъ, что она направляется отъ созвѣздія Цефея къ Малой Медвѣдицѣ, и въ этомъ мѣстѣ Млечный Путь больше всего приближается къ сѣверному полюсу міра. Мы уже указывали, что это отвѣтвленіе Млечного Пути и есть

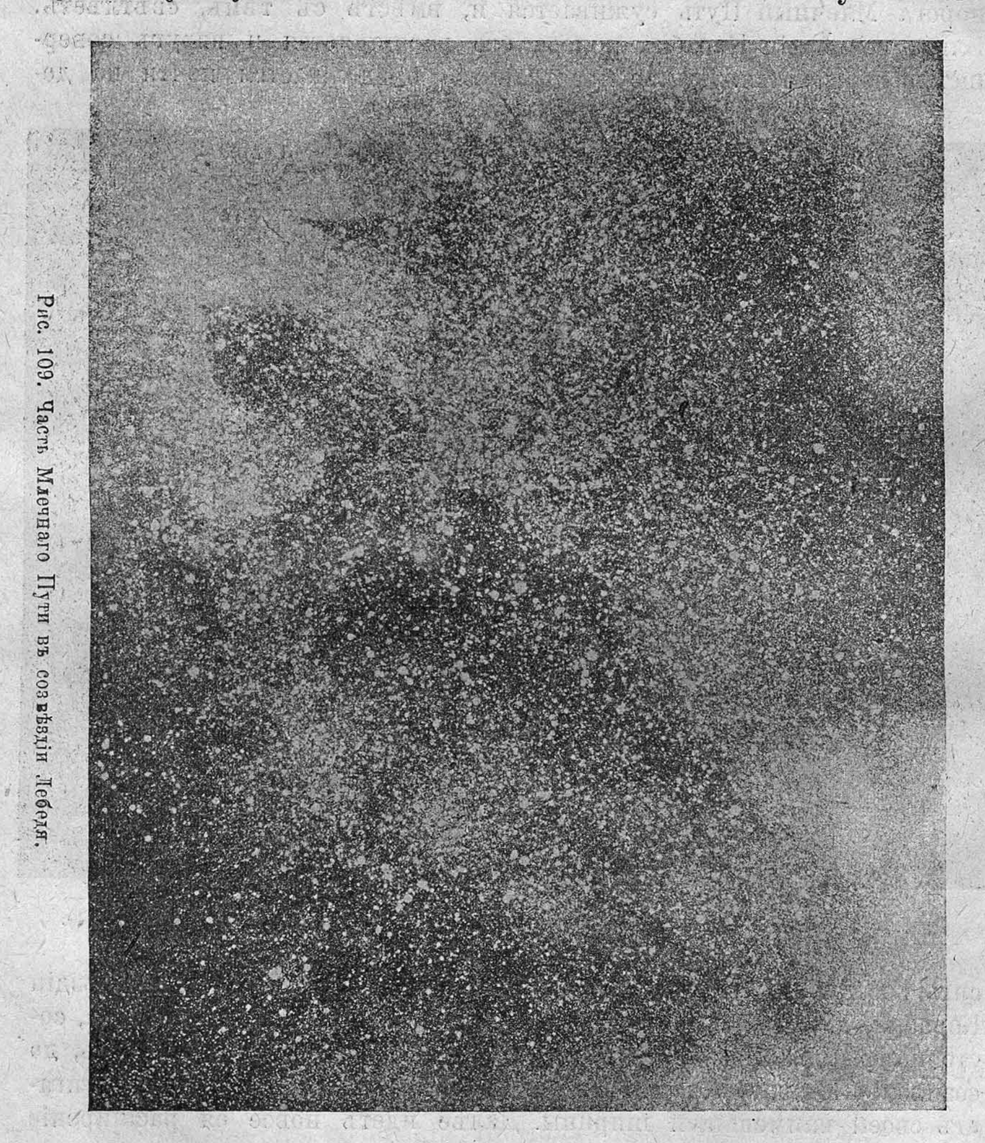


Рис. 109. Часть Млечнаго Пути въ созвѣздіи Лебедя.

то небольшое свѣтлое пятно, которое расположено отъ Цефея въ направленіи къ Полярной звѣздѣ, хотя оно далеко ея не достигаетъ.

Наибольшей яркости Млечный Путь достигаетъ въ созвѣздіи Лебедя, Орла и Стрѣльца. Отдѣльныя очень яркія мѣста встрѣчаются въ созвѣздіи Орла, Щита Собѣсскаго (рис. 108), Стрѣльца и Скорпіона;

въ послѣднемъ созвѣздіи наблюдается цѣлая цѣпь свѣтлыхъ пятенъ. Слабѣе же всего Млечный Путь—въ области созвѣздій Кассіопеи, Персея, Возничаго, Малаго Пса и до Корабля Арго. Здѣсь Млечный Путь довольно блѣденъ и однообразенъ.

Если, вооружившись мощнымъ телескопомъ, мы станемъ изслѣдовать матовую полосу Млечнаго Пути, то замѣтимъ безчисленное количество звѣздъ.



Рис. 110. Туманность „Америка" во Млечномъ Пути.

Но, кромѣ того, между звѣздами обнаружимъ въ разныхъ мѣстахъ большія и размытыя туманныя облака. Мы замѣтимъ также туманности громаднаго размѣра, напримѣръ, въ Оріонѣ, Щитѣ Собѣсскаго и Лебедѣ, размытыя съ одной стороны, но рѣзко очерченныя съ другой. Это свойство хорошо, напримѣръ, видно на туманности „Сѣверная Америка" (рис. 110). Вообще, около большихъ туманностей во Млечномъ Пути замѣчаются пустоты, однако не со всѣхъ сторонъ, а преимущественно съ одной стороны.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ представляется, будто звѣзды обволокнуты нѣжной туманной матеріей, примѣрно такъ, какъ это наблю-

далось въ Плеядахъ. М. Вольфомъ найдено, что такія туманности имѣютъ спектръ, принадлежащій газообразнымъ объектамъ.

Далѣе, во Млечномъ Пути обнаруживается нѣсколько неожиданное явленіе: большія и малыя темныя мѣста, похожія на проруби, сдѣланныя въ толстомъ звѣздномъ слоѣ.

Самое замѣчательное изъ такихъ пятенъ, такъ называемый „Угольный Мѣшокъ", находится въ созвѣздіи Южнаго Креста, близъ наиболѣе узкой части галактической полосы (рис. 128). Въ этомъ мѣстѣ видно овальное темное пятно, длиной около 4^0 и шириной въ $2^1/_2{}^0$, окруженное со всѣхъ сторонъ туманной полосой. Совершенно пустое на глазъ пространство занимаетъ здѣсь площадь почти въ тридцать квадратныхъ градусовъ, и его черноту подчеркиваютъ окрестныя яркія звѣзды.

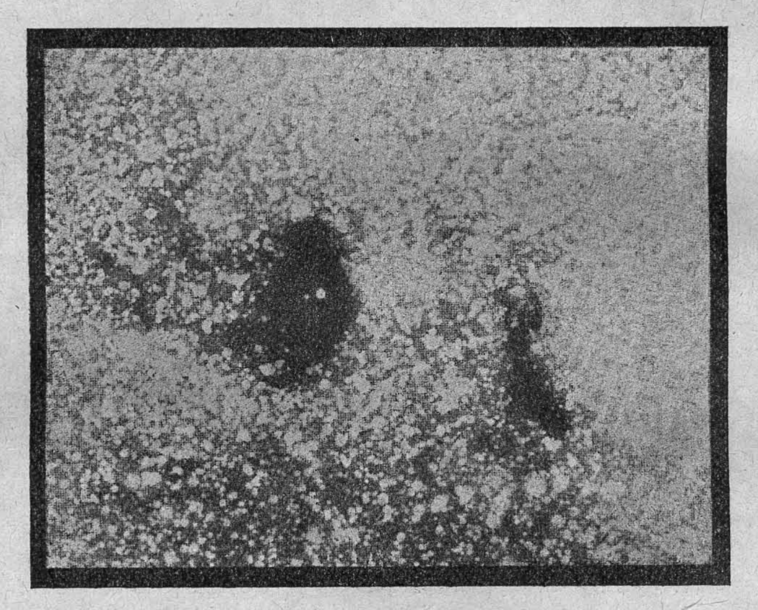


Рис. 111. Темное пятно во Млечномъ Пути.

Въ этомъ Угольномъ Мѣшкѣ видно много телескопическихъ звѣздъ, но невооруженный глазъ ихъ вовсе не замѣчаетъ. Подобное же, хотя и менѣе рѣзко выраженное, явленіе, въ видѣ черной прогалины, находится на сѣверномъ небѣ въ созвѣздіи Лебедя, между α Лебедя и α Цефея, гдѣ также видно темное пятно.

Такихъ темныхъ мѣстъ визуальными наблюденіями было замѣчено нѣсколько десятковъ, но когда стали примѣнять къ изученію Млечнаго Пути фотографію, то число обнаруженныхъ загадочныхъ пустотъ чрезвычайно возросло. Онѣ особенно многочисленны въ нѣкоторыхъ отдѣльныхъ частяхъ Млечнаго Пути. Многія изъ такихъ пятенъ очень малы, и иногда кажется, что они просто затмеваютъ свѣтъ отъ болѣе отдаленныхъ небесныхъ тѣлъ.

Кромѣ только что упомянутыхъ темныхъ отверстій, въ полосѣ Млечнаго Пути обнаружено еще одно родственное имъ явленіе: извивающіяся между звѣздами темныя полосы и струйки, разрывы, щели, каналы и т. п. (р.р. 112—114). Отчасти они связаны съ близъ лежащими туманностями, отчасти не имѣютъ видимаго съ ними соотношенія.



Рис. 112. Пустоты во Млечномъ Пути.

Оба эти явленія объясняются, повидимому, одинаково.

Самая естественная причина ихъ видимости должна крыться въ томъ, что эти темныя пропасти, отверстія и щели не только кажутся, но и дѣйствительно беззвѣздны. Они образуются, какъ слѣдствіе расположенія звѣздныхъ агрегатовъ — свѣтлыхъ пятенъ, сложившагося такимъ образомъ, что между ними получается прогалина. Подобное

же явленіе бываетъ видно часто на небѣ при нагроможденіи облаковъ, между бѣлыми и сѣрыми клубами которыхъ просвѣчиваетъ чистое небо. И, дѣйствительно, нѣкоторыя наблюденія показываютъ, что на глубинѣ такихъ пропастей замѣтны звѣзды, очень мелкія и



Рис. 113. Пустоты во Млечномъ Пути близъ π_2 Лебедя.

принадлежащія очевидно отдаленнымъ звѣзднымъ агрегатамъ. Напримѣръ, знаменитый Угольный Мѣшокъ вполнѣ теменъ только въ сѣверной своей части, въ другихъ же его мѣстахъ обнаружены мелкія звѣзды (рис. 128). То же, но еще въ большей степени, относится къ темному пятну въ созвѣздіи Лебедя.

Но эта причина едва ли является единственной. Нѣкоторыя наблюденія заставляютъ думать, что во Млечномъ Пути присутствуетъ вещество, поглощающее свѣтъ лежащихъ за нимъ звѣздъ. Какое это вещество,—пока можно лишь дѣлать предположенія. Вѣроятнѣе всего, что здѣсь находятся вовсе не свѣтящіяся или очень слабо свѣтящіяся массы туманной матеріи, которыя и поглощаютъ звѣздный свѣтъ. Какъ мы уже знаемъ, существованіе такихъ темныхъ туманностей представляется очень вѣроятнымъ, и, вообще говоря, видимая часть туман-

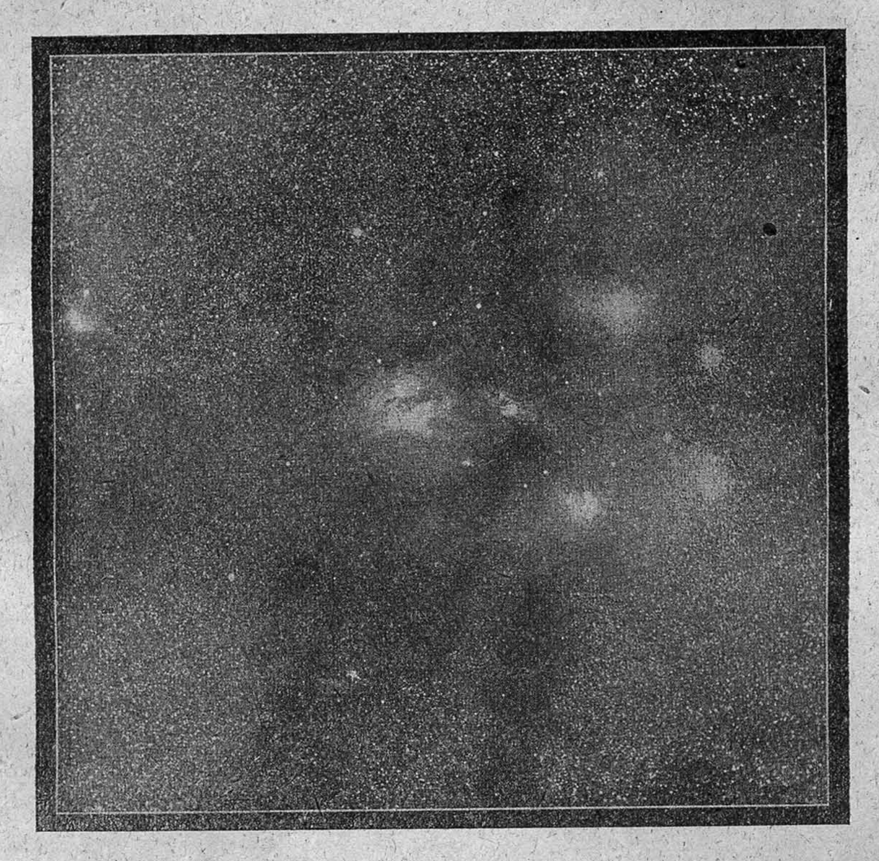


Рис. 114. Млечный Путь близъ ρ Змѣеносца (Офіуха).

ности можетъ быть только лишь частью всего этого небеснаго предмета. Это допущеніе хорошо согласуется съ извѣстнымъ уже фактомъ, что вокругъ большихъ и неправильныхъ туманностей замѣчается очень мало звѣздъ, гораздо меньше, чѣмъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ нихъ. Въ результатѣ и представляется, будто темныя части туманностей поглощаютъ свѣтъ окрестныхъ звѣздъ, почему образуются какъ темныя пятна, такъ и темные каналы, щели и пр.

Мы имѣли при этомъ въ виду темныя части видимыхъ вообще туманностей. Но, какъ извѣстно, свѣченіе отнюдь не является обязательнымъ ихъ свойствомъ. Весьма возможно, что существуютъ

массы вовсе не свѣтящихся туманностей, въ томъ числѣ и во Млечномъ Пути.

Извѣстный изслѣдователь Млечнаго Пути посредствомъ фотографіи американскій астрономъ Барнардъ замѣчалъ иногда, что такія темныя мѣста кажутся заполненными свѣтовой завѣсой, пронизанной

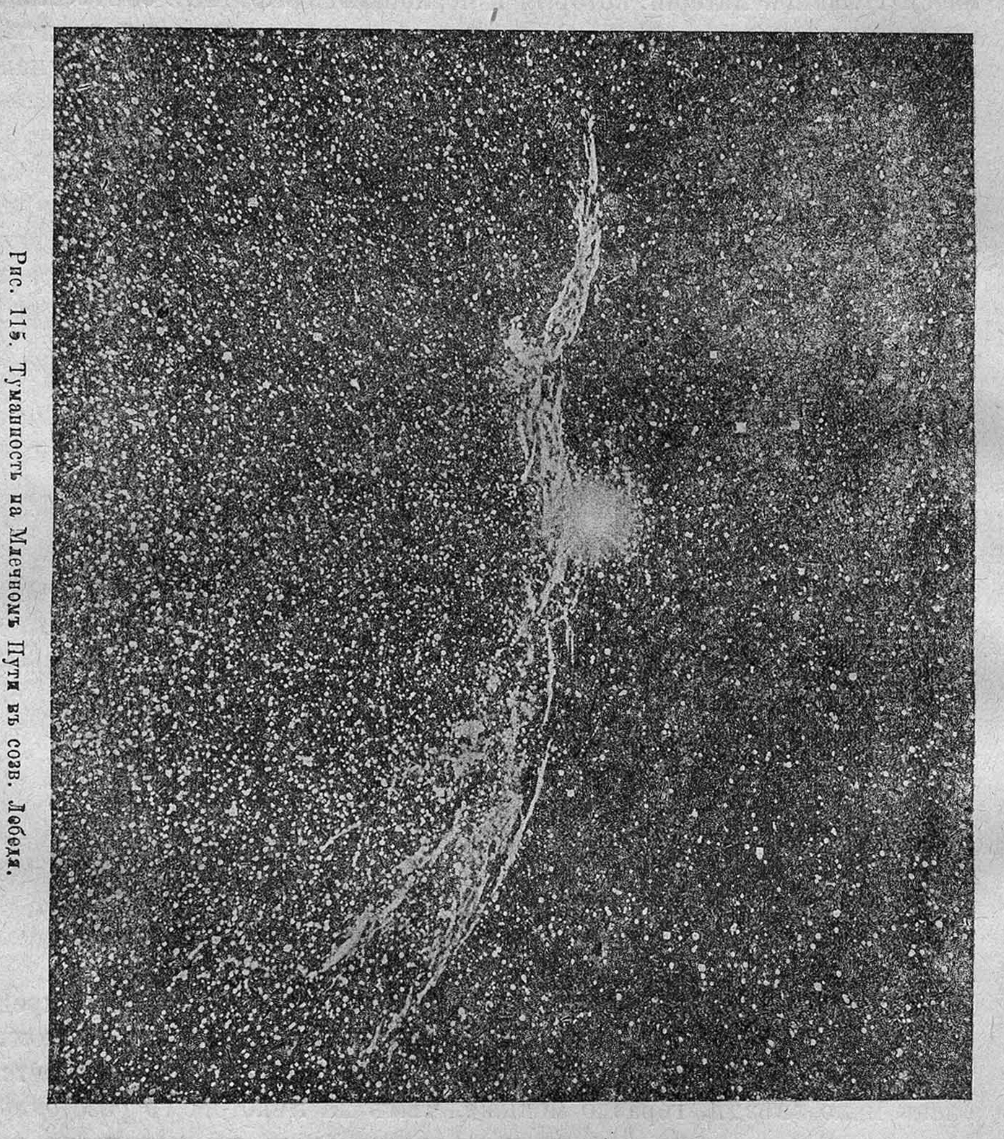


Рис. 115. Туманность на Млечномъ Пути въ созв. Лебедя.

черными отверстіями. Онъ еще наблюдалъ, напримѣръ,—съ помощью 40-дюймоваго Ликскаго рефрактора,—границу между такимъ пятномъ и Млечнымъ Путемъ: оказывалось, что представлявшееся темнымъ пятно имѣло болѣе свѣтлый фонъ, чѣмъ пространство между слабыми звѣздами. Барнарду, много изучавшему эти явленія, присутствіе здѣсь туманныхъ массъ, поглощающихъ звѣздный свѣтъ, кажется очень

правдоподобнымъ. Если мы вспомнимъ еще объ обнаруженномъ, при наблюденіяхъ спектрально-двойныхъ звѣздъ, существованіи въ пространствѣ массъ кальціевыхъ паровъ, то это дѣлаетъ предположеніе какъ Барнарда, такъ и нѣкоторыхъ другихъ астрономовъ, о сущности разсматриваемаго явленія еще болѣе вѣроятнымъ.

Ограничивая изложеннымъ ознакомленіе читателя собственно со Млечнымъ Путемъ, замѣтимъ, что галактическая полоса имѣетъ самое тѣсное отношеніе къ вопросу о распредѣленіи въ пространствѣ звѣздъ и туманностей; но объ этомъ мы будемъ говорить подробно на дальнѣйшихъ страницахъ. И вообще Млечный Путь, какъ мы вскорѣ увидимъ, является остовомъ всего зданія вселенной. Поэтому послѣдующее наше изложеніе будетъ непосредственно базироваться на Млечномъ Пути.

X.

Развитіе идеи о строеніи вселенной.

На предыдущихъ страницахъ мы достаточно ознакомились съ населеніемъ глубинъ вселенной. Передъ нами теперь стоитъ нелегкая задача обозрѣнія общимъ взглядомъ всего того зданія, составными элементами котораго мы до сихъ поръ занимались.

Конечно, мы все же окажемся очень еще далекими отъ полнаго знакомства со зданіемъ вселенной. Весь путь, которымъ шло человѣчество при его изученіи, полонъ шаткихъ понятій, имѣющихъ временное и преходящее значеніе. Но вполнѣ невѣрными ихъ все же считать нельзя. Почти каждая идея, господствовавшая въ то или другое время въ умахъ, среди ряда безусловно невѣрныхъ положеній, заключала обыкновенно свою долю истины. Новыя же знанія видоизмѣняли болѣе важныя детали и расширяли горизонтъ этой задачи, которой на вѣчныя времена суждено отмѣчать собою границу точныхъ знаній.

Вообразимъ, что издалека мы замѣчаемъ гдѣ-нибудь населенное мѣсто: усадьбу, деревню или городъ.

Невооруженнымъ глазомъ мы сможемъ, пожалуй, различить только бѣловатое пятно; такъ мы и опредѣлимъ наблюдаемый предметъ. Но это опредѣленіе вовсе не будетъ невѣрнымъ; оно явится только первымъ приближеніемъ къ дѣйствительности. Теперь посмотримъ на то же бѣлое пятно въ бинокль. Увидимъ, что оно потеряло сплошность и разбилось на нѣкоторое количество болѣе мелкихъ пятенъ, отдѣленныхъ темными промежутками. Наше новое опредѣленіе не является еще вѣрнымъ вполнѣ, но оно представляетъ дальнѣйшее приближеніе къ истинѣ.

Станемъ теперь увеличивать оптическія средства, примѣняя послѣдовательно болѣе сильный бинокль, подзорную трубу и т. д. Мы постепенно различимъ, что отдѣльныя бѣлыя пятнышки являются предметами приблизительно кубической формы; затѣмъ найдемъ, что они являются домами или служебными постройками и т. д. Такимъ пу-

темъ, примѣняя все болѣе совершенные способы изслѣдованія, мы станемъ все ближе подходить къ распознанію природы этого далекаго предмета, и наши изслѣдованія будутъ достаточно увѣнчаны успѣхомъ, когда удастся обнаружить движеніе въ его средѣ, т.-е. когда мы ознакомимся съ царящей въ немъ жизнью.

Въ такомъ же приблизительно положеніи стоимъ мы передъ зданіемъ вселенной. И для правильной оцѣнки современныхъ познаній надо оглянуться на тотъ путь, которымъ шли мыслители въ своемъ стремленіи оріентироваться во вселенной. Мы не можемъ, конечно, заниматься здѣсь исторіей этого вопроса, а потому нашъ обзоръ будетъ краткимъ. Остановки будутъ дѣлаться только на выдающихся этапныхъ пунктахъ нашего пути.

Весь онъ, этотъ путь, рѣзко дѣлится на двѣ части, и мы ихъ разсмотримъ отдѣльно. Первая его часть характеризуется стремленіемъ разрѣшить вопросъ о строеніи вселенной чисто умозрительнымъ способомъ. Такимъ путемъ шли философы и отчасти астрономы приблизительно до конца XVIII вѣка. Вторая часть пути, продолжающаяся и до нашихъ дней, охватываетъ уже идеи, построенныя на наблюденіяхъ міровъ вселенной и основанныя по преимуществу на изученіи распредѣленія звѣздъ.

1. Идеи до Коперника.

Первоначальный моментъ въ исторіи развитія идеи о строеніи вселенной отмѣчается сходствомъ основныхъ понятій о ней почти у всѣхъ народовъ. Этотъ моментъ характеризуется тѣмъ взглядомъ, что человѣкъ и его обиталище—Земля—являются и центромъ и смысломъ всего существующаго. Народы, ушедшіе впередъ по пути культуры, давно уже отрѣшились отъ этого взгляда; народы же малокультурные придерживаются его и до сего дня. Но, несмотря на сходство въ своемъ основаніи, у отдѣльныхъ народовъ эта идея воплощалась въ самыя своеобразныя формы.

Первыя попытки привести имѣвшіяся свѣдѣнія по астрономіи въ стройную систему принадлежатъ лишь грекамъ. Однако, пользуясь свѣдѣніями, заимствованными у другихъ народовъ, и присоединяя установившіяся народныя вѣрованія, греческіе философы изобрѣтали свои системы, мало заботясь о подтвержденіи ихъ наблюденіями и математикой. При такихъ условіяхъ не удивительно, что греческія системы нерѣдко являлись совершенно фантастическими, и перечислять здѣсь ихъ не стоитъ.

Но есть въ пути мышленія греческихъ философовъ о природѣ вселенной этапы, достойные упоминанія. Такимъ этапомъ является взглядъ Пиѳагора (VI в. до Р. Х.), система котораго такова:

Черезъ земной шаръ, свободно парящій въ центрѣ вселенной, проходитъ ось міра, около которой вращается сводъ небесный, состоящій изъ ряда хрустальныхъ сферъ. Каждая изъ сферъ принадлежитъ тому или другому изъ небесныхъ тѣлъ, которыя имѣютъ, подобно Землѣ, сферическую форму. Во время движенія сферъ, совершающагося равномѣрно, всѣ эти тѣла описываютъ вокругъ Земли круговыя орбиты. Наиболѣе удалена отъ Земли сфера неподвижныхъ звѣздъ, затѣмъ сфера Сатурна и т. д.; самыми близкими являются сферы Солнца и Луны. Движеніе этихъ хрустальныхъ сферъ, настолько прозрачныхъ, что звѣзды, находящіяся на самой послѣдней изъ нихъ, видны сквозь всѣ промежуточныя, совершается,—фантазируетъ Пиѳагоръ,—при гармонической музыкѣ—„музыкѣ сферъ". Однако, эта музыка настолько тонка и величественна, что недоступна уху простыхъ смертныхъ...

Можетъ возникнуть вопросъ, являлась ли шагомъ впередъ эта довольно-таки фантастическая система. Да, являлась, и въ томъ именно, что школа Пиѳагора впервые объяснила видимое суточное движеніе свода небеснаго вращеніемъ всѣхъ сферъ около оси міра. Нѣкоторые изслѣдователи полагали еще, будто эта же школа догадывалась о нахожденіи въ центрѣ вселенной Солнца, но такое предположеніе не можетъ считаться установленнымъ.

Если, однако, Пиѳагору иногда неосновательно приписывается пріоритетъ идеи геліоцентрической системы, то нельзя не признать, что истинными предвѣстниками открытія Коперника были Платонъ и Аристархъ.

Дѣйствительно, Платонъ (V—IV в. до Р. Х.) высказывалъ мнѣніе, что Земля вращается около оси. Позднѣе онъ высказывалъ и ту мысль, будто въ центрѣ вселенной находится не Земля, а другое, лучшее, свѣтило. Платону, какъ предполагаютъ, были извѣстны воззрѣнія египтянъ на то, что Меркурій и Венера обращаются вокругъ Солнца, и это могло навести его на мысль, что центральное положеніе во вселенной занимаетъ Солнце Однако, Платонъ не рѣшился проповѣдывать столь смѣлую догадку открыто, а высказывалъ ее въ неясныхъ выраженіяхъ и настолько осторожно, что эта идея не была усвоена даже его послѣдователями.

Болѣе смѣло и опредѣленно высказалъ ту же мысль Аристархъ изъ Самоса (III в. до Р. Х.), какъ то опредѣленно засвидѣтельствовано Архимедомъ. Именно, послѣдній говоритъ, что, въ разрѣзъ съ общепринятымъ мнѣніемъ астрономовъ о томъ, что въ центрѣ вселенной находится Земля, а сфера небесная описана радіусомъ, равнымъ разстоянію отъ Земли до Солнца, Аристархъ считалъ міръ гораздо большимъ, чѣмъ принято думать; по взглядамъ Аристарха, звѣзды и Солнце неподвижны, Земля движется вокругъ Солнца, какъ центра, звѣзды же находятся на гораздо большемъ разстояніи. Почти

такъ же свидѣтельствуетъ и Плутархъ, говорящій, что Аристархъ учитъ о неподвижности неба и о движеніи Земли по наклонному кругу (т.-е. по эклиптикѣ), причемъ Земля одновременно обращается и около своей оси.

Это были необыкновенно блестящія мысли, но онѣ слишкомъ опередили свое время. Даже высказанныя черезъ 18 вѣковъ Коперникомъ, онѣ лишь съ трудомъ завоевали себѣ мѣсто. Для современниковъ же Аристарха такіе взгляды оказались слишкомъ геніальными, слишкомъ противорѣчащими общепринятымъ взглядамъ на строеніе вселенной. Они навлекли на себя только большія нареканія современниковъ и не получили признанія Справедливость требуетъ, впрочемъ, отмѣтить, что и сами авторы этихъ идей — Платонъ и Аристархъ—смотрѣли на нихъ скорѣе, какъ на гипотезы, и не заботились объ ихъ подтвержденіи. Поэтому попытки установленія геліоцентрическихъ идей были вскорѣ забыты, и на долгія времена воцарились прежнія геоцентрическія воззрѣнія.

Затѣмъ всякій прогрессъ въ эволюціи интересующей насъ идеи былъ прочно скованъ, благодаря системѣ александрійскаго астронома Птолемея, появившейся во второмъ вѣкѣ по Р. Х., въ трудѣ, извѣстномъ въ арабской передѣлкѣ подъ именемъ Альмагестъ. Объ этомъ трудѣ мы имѣли уже случай говорить; въ немъ собраны въ систему всѣ разбросанныя и отрывочныя свѣдѣнія по астрономіи; здѣсь же помѣщены и труды знаменитаго Гиппарха, жившаго во II вѣкѣ до Р. Х..

Воззрѣнія Птолемея собственно на строеніе вселенной сводятся къ тому, что онъ признаетъ сферическую форму Земли, но отвергаетъ вращеніе ея около оси, какъ очень смѣшную идею, хотя и упрощающую объясненіе нѣкоторыхъ небесныхъ явленій. Землю Птолемей располагаетъ въ центрѣ вселенной, но, по сравненію съ размѣрами послѣдней, считаетъ нашу планету ничтожной по величинѣ — точкою. Идею о движеніи Земли вокругъ Солнца, о чемъ онъ очевидно зналъ, Птолемей также отвергаетъ. Замѣченныя неправильности въ движеніи Солнца и планетъ заставили Птолемея предположить, что Земля занимаетъ во вселенной нѣсколько эксцентрическое положеніе, и ввести для объясненія планетныхъ движеній вспомогательные круги, что въ общемъ составляетъ его сложную теорію эпицикловъ, достаточно извѣстную для того, чтобы нужно было на ней здѣсь останавливаться, тѣмъ болѣе, что къ занимающему насъ вопросу прямого отношенія эта теорія не имѣетъ.

Система Птолемея очень долгое время въ глазахъ ученыхъ являлась родомъ астрономическаго евангелія. Къ ея основнымъ положеніямъ ничего нельзя было прибавить, изъ нихъ ничего нельзя было исключить. Въ теченіе цѣлыхъ четырнадцати вѣковъ и у преемниковъ

Птолемея, и въ аѳинскихъ школахъ, и у византійцевъ, римлянъ, арабовъ, въ средней Европѣ—вездѣ былъ полный застой въ астрономіи вообще. Въ вопросѣ же о строеніи вселенной незыблемой скалой стояло убѣжденіе въ томъ, что неподвижная Земля есть ея центръ.

2. Отъ Коперника до Гершеля.

Но, какъ всему на свѣтѣ, пришелъ конецъ и господству этой идеи. Пробужденіе человѣческой мысли, вызванное церковной реформаціей, повлекло за собою развитіе естествознанія, а это развитіе отразилось и на астрономіи. Затѣмъ подоспѣло изобрѣтеніе книгопечатанія. Книга стала распространяться. Она знакомила общество и съ древними мыслителями, заставляла вдумываться въ ихъ идеи и сопоставлять съ господствующимъ Птолемеевымъ ученіемъ.

И такимъ образомъ естественно подошелъ второй моментъ въ эволюціи идеи о строеніи вселенной.

Роль Земли была развѣнчана. Ей отвели мѣсто на ряду съ другими солнечными планетами. А мѣсто воображаемаго центра вселенной теперь, по праву преемственности, заняло Солнце. Вмѣсто идеи геоцентрической, воцарилась идея геліоцентрическая.

Къ именамъ Платона и Аристарха, высказывавшихъ въ древности правильныя догадки о взаимоотношеніи во вселенной Земли и Солнца, надо присоединить и имя кардинала Николая до Куза (XVв. по Р. Х.), также высказывавшаго догадки о вращеніи Земли около оси. Но истиннымъ творцомъ переворота является, конечно, Николай Коперникъ [1], и современныя воззрѣнія на взаимоотношенія въ солнечной системѣ называются до сихъ поръ системой Коперника — въ противоположность системѣ Птолемея (рис. 116).

Коперникъ былъ отчасти знакомъ съ догадками Аристарха о суточномъ вращеніи Земли около оси, въ остальномъ же его идеи были оригинальными. Исходя изъ того, что всякое движеніе Земли должно отразиться на небѣ, Коперникъ пришелъ къ выводу, что Земля вращается около своей оси съ запада на востокъ. Самая же Земля, по его взглядамъ, не неподвижна и не занимаетъ центра вселенной, а обращается въ теченіе года около Солнца съ запада на востокъ, что производитъ кажущееся явленіе передвиженія Солнца по небесному своду въ томъ же направленіи. Аналогичныя движенія Коперникъ приписываетъ и остальнымъ планетамъ солнечной системы; Луна же имъ выдѣлена, и ей указана роль спутника Земли, обращающагося около этой планеты. Истиннымъ центромъ вселенной, по мнѣнію Коперника, является Солнце. Онъ не рѣшается высказаться опредѣленно

---

[1]) 1473 — 1543 гг.

о звѣздахъ. Говоря о нихъ вообще, какъ о сферѣ, онъ, однако, довольно правильно оцѣниваетъ ихъ разстоянія, такъ какъ представляетъ себѣ съ отдаленія звѣздъ земную орбиту въ видѣ точки.

Идеи Коперника внесли полную революцію въ господствующія воззрѣнія. Онѣ проникали поэтому только медленно и съ трудомъ. Да иначе и быть не могло! Всѣ люди, со дня рожденія, видятъ, что Солнце въ теченіе дня пробѣгаетъ надъ ихъ головами; ночью же надъ ними проходятъ вереницы звѣздъ. А Коперникъ говоритъ, что это не вѣрно, что Солнце и звѣзды неподвижны, а вращается наша Земля, кажущаяся такой неподвижной! Всѣ, кто внимательно слѣдилъ за звѣзднымъ небомъ, видѣлъ, какъ въ теченіе года Солнце перемѣщается между звѣздами, послѣдовательно покрывая своимъ блескомъ однѣ и освобождая отъ него другія. А Коперникъ говоритъ, что это только иллюзія, вызываемая тѣмъ, что наша тяжелая, громадная и кажущаяся неподвижной Земля, вмѣстѣ съ нами, бѣшенымъ темпомъ несется въ теченіе года вокругъ неподвижнаго Солнца! Приходилось ломать свои впечатлѣнія, отрекаться отъ привычныхъ воззрѣній, освященныхъ четырнадцативѣковымъ ученіемъ множества ученыхъ и даже самимъ авторитетомъ церкви... и все это ради утвержденія только одного человѣка!



Рис. 116. Коперникъ.

Но на истину не надѣнешь покрова, и свое мѣсто мало-по-малу она завоюетъ.

Однако это завоеваніе было не легкимъ. Даже знаменитый астрономъ Тихо Браге [1]), жившій вскорѣ послѣ Коперника, не рѣшился раздѣлить воззрѣній послѣдняго. Но, вмѣстѣ съ тѣмъ, онъ не могъ не видѣть во многомъ и ихъ правильности. Чтобы примирить эту двойственность, Тихо Браге придумалъ свою собственную систему, представляющую смѣсь идей Птолемея и Коперника со словами священнаго писанія. Конечно, такое ученіе не могло уже имѣть никакого успѣха. И общее мнѣніе мало-по-малу, но уже окончательно, склонилось на сторону Коперника.

Итакъ, въ своемъ историческомъ обзорѣ мы дошли до прочнаго водворенія геліоцентрической системы. Съ этого времени важная роль, которая отводилась Землѣ въ вопросѣ о строеніи вселенной, сыграна окончательно. И Земля, и всѣ остальныя планеты, находящіяся въ одинаковыхъ съ нею условіяхъ, представляются лишь составными

[1]) 1564—1601 гг.

элементами одного организма—солнечной системы, которая во вселенной фигурируетъ только въ лицѣ своего представителя—Солнца.

Разъ отброшены планеты и осталось только Солнце, естественно перейти къ вопросу объ его взаимоотношенiи со звѣздами. Но въ этотъ моментъ свѣдѣнiя о звѣздахъ были еще слишкомъ ограниченными. Потребовалось ихъ увеличенiе. И это увеличенiе знанiй, сопровождавшееся громаднымъ расширенiемъ горизонта, было достигнуто изобрѣтенiемъ и примѣненiемъ телескопа.

Когда Галилей, [1]) послѣ построенiя своего перваго телескопа, возвѣстилъ о рядѣ открытiй: объ истинной природѣ Млечнаго Пути, какъ совокупности безчисленнаго количества звѣздъ, о горахъ и долинахъ на Лунѣ, о пятнахъ на Солнцѣ, о спутникахъ Юпитера, о фазахъ Венеры, объ увеличенiи числа звѣздъ во всѣхъ направленiяхъ и пр., нахлынула внезапно масса фактовъ и матерiала, требующаго разработки. Вѣдь открылся сразу цѣлый мiръ,—и какой колоссальный!—недоступный и неизвѣстный раньше человѣчеству. При общемъ энтузiазмѣ, охватившемъ астрономовъ, всѣ ихъ наблюденiя и изслѣдованiя были направлены въ сторону солнечной системы, болѣе близкой и болѣе доступной. Два почти вѣка прошли безъ наблюденiй надъ звѣздной вселенной, хотя умозрительное вниманiе на ея долю удѣлялось. При этомъ высказывались идеи, отъ которыхъ отказались бы и сами авторы, если бы вниманiе наблюдающихъ астрономовъ было распредѣлено равномѣрнѣе между системой солнечной и системой звѣздной.



Рис. 117. Кеплеръ.

Упомянемъ мимоходомъ, для характеристики воззрѣнiй эпохи, о взглядахъ „законодателя неба“, знаменитаго Кеплера [2]), на строенiе вселенной. Онъ рѣшительно присоединился къ ученiю Коперника. Солнце съ его планетами Кеплеръ помѣщаетъ въ центрѣ занятаго небеснымъ эѳиромъ пространства, доходящаго до хрустальной сферы, на которой прикрѣплены звѣзды. Въ то же время Солнце находится почти въ центрѣ Млечнаго Пути. Своей хрустальной сферѣ Кеплеръ приписываетъ толщину около двухъ географическихъ миль; въ этомъ пространствѣ и помѣщены всѣ звѣзды. Оригинальна роль, приписываемая Кеплеромъ хрустальной сферѣ, имѣющей, по его мнѣнiю, водянистую ледяную природу: эта сфера отражаетъ обратно доходящiе до нея теплоту и свѣтъ, излучаемые Солнцемъ, и такимъ образомъ предохраняетъ вселенную отъ охлажденiя! О природѣ же звѣздъ Кеп-

[1]) 1564—1642 гг.
[2]) 1571—1630 гг

леръ высказывался, что онѣ значительно меньше Солнца и блещутъ собственнымъ разноцвѣтнымъ свѣтомъ; при этомъ онъ считаетъ возможнымъ, что звѣзды, подобно Солнцу, окружены своими планетами.

Насталъ, однако, и тотъ моментъ, когда Гюйгенсъ [1]) уже смѣло провозгласилъ то, о чемъ Кеплеръ только смутно догадывался,—именно о тождествѣ звѣздъ и Солнца, при чемъ объяснилъ, что онѣ являются центрами своихъ планетныхъ системъ, находясь въ фокусахъ своихъ планетныхъ эллиптическихъ орбитъ. Этотъ взглядъ сразу значительно расширилъ горизонтъ. Но онъ уничтожилъ почти окончательно то привилегированное положеніе солнечной системы, которое сохранилъ за нею даже Кеплеръ.

Мы говоримъ „почти", такъ какъ совершенно отречься отъ взгляда на исключительность положенія Солнца во вселенной—какъ это ни странно—нѣкоторые астрономы не могутъ и до сихъ дней.

Гюйгенсъ высказываетъ также и нѣкоторыя соображенія относительно распредѣленія звѣздъ въ пространствѣ. Именно, онъ полагаетъ, что звѣзды распредѣлены на равныхъ разстояніяхъ одна отъ другой, и что распространеніе ихъ продолжается до безконечности во всѣхъ направленіяхъ.

Такимъ образомъ, мы подошли къ третьему важному моменту на пути изслѣдованія строенія вселенной. Уже развѣнчена не только Земля, но также и Солнце. Теперь Солнце стало на мѣсто рядовой звѣзды, въ числѣ многихъ милліоновъ своихъ собратій.

Геліоцентрическая система съ этого момента должна считаться погребенной. Взорамъ изслѣдователей въ центрѣ вселенной рисуется новый организмъ, заключающійся во Млечномъ Пути—полностью или въ его части. И мы можемъ говорить о воцареніи млечной или галактицентрической системы, господство которой имѣетъ полную силу и въ наши дни.

Но эта же эпоха сопровождалась еще нѣкоторыми открытіями, вновь нѣсколько расширившими астрономическій горизонтъ. Именно, начали находить на небѣ звѣздныя скопленія и туманности. Первой, какъ мы знаемъ, была открыта туманность Андромеды, черезъ шесть лѣтъ—туманность Оріона, и постепенно число открываемыхъ такихъ предметовъ все увеличивается. Нѣкоторые астрономы ихъ принимаютъ за сильно удаленныя обильныя скопленія звѣздъ, аналогичныя Млечному Пути. И для того, кто сталъ бы теперь рисовать зданіе вселенной, было бы невозможнымъ игнорировать присутствіе вновь обнаруженныхъ ея обитателей.

---

[1]) 1629—1695 гг.

Первые штрихи новаго плана зданія вселенной,—плана, которымъ, въ основныхъ чертахъ, можно было пользоваться до настоящаго времени, были набросаны чисто умозрительнымъ путемъ англійскимъ астрономомъ Райтомъ въ трудѣ, вышедшемъ въ 1750 году.

Райтъ полагалъ, что вселенная имѣетъ видъ обширнаго наслоенія звѣздъ, съ незначительной плотностью, представляющагося намъ въ видѣ громаднаго звѣзднаго кольца. Эта послѣдняя форма объясняется тѣмъ, что лучъ зрѣнія наблюдателя встрѣчаетъ въ разныхъ направленіяхъ различное количество звѣздъ. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ онѣ особенно многочисленны, именно въ направленіи плоскости Млечнаго Пути, глазъ получаетъ впечатлѣніе свѣтлаго окружающаго насъ кольца. Такимъ образомъ, Млечный Путь, въ представленіи Райта, имѣетъ форму мощнаго звѣзднаго диска, или, по его опредѣленію, жернова.

Райтъ полагалъ, что всѣ части звѣздной вселенной расположены съ совершенной гармоніей. Если же на дѣлѣ такой гармоніи не видно, то причиной этому является наше эксцентрическое положеніе въ звѣздной системѣ. Послѣднее соображеніе Райтъ поясняетъ примѣромъ солнечной системы. Глядя отъ Земли, мы видимъ большую запутанность въ движеніяхъ планетъ. Но если бы мы, вмѣсто нашего эксцентрическаго положенія, расположились бы въ центрѣ системы, близъ Солнца, мы увидали бы большую правильность въ движеніяхъ планетъ. То же, съ соотвѣтственными измѣненіями, относится и къ звѣздамъ, которыя, по мнѣнію Райта, имѣютъ собственное движеніе въ звѣздномъ наслоеніи—Млечномъ Пути.

Но, сверхъ того, Райтъ, съ чрезвычайной широтою взгляда, первый высказалъ, что наша звѣздная система — не единственная въ своемъ родѣ. Онъ допускалъ, что существуютъ еще много другихъ системъ, подобныхъ Млечному Пути, но могущихъ имѣть разнообразныя формы, хотя бы аналогично тому разноообразію, которое мы встрѣчаемъ въ солнечной системѣ. У него встрѣчаются указанія на возможность существованія въ предѣлахъ видимой вселенной звѣздныхъ системъ, находящихся въ зависимости отъ большой системы Млечнаго Пути. Относительно же туманностей Райтъ высказывался, что онѣ имѣютъ то же строеніе, что и Млечный Путь. Это видно, по его мнѣнію, непосредственно на туманностяхъ, разлагающихся на звѣзды; неразлагающіяся же туманности, имѣющія ту же природу, остаются просто за предѣламн досягаемости нашихъ телескоповъ. Райтъ полагалъ, что безконечное пространство вселенной заполнено безчисленнымъ количествомъ подобныхъ системъ.

Чтобы оцѣнить идеи Райта, надо вспомнить, что онѣ были высказаны почти непосредственно послѣ Кеплера, говорившаго еще о ледянистой сферѣ, въ которую вкраплены звѣзды.

Но взгляды Райта получили распространенiе только съ тѣхъ поръ, когда ихъ въ 1755 году изложилъ и развилъ знаменитый кенигсбергскiй философъ Эм. Кантъ (рис. 101). Послѣднiй говорилъ, что онъ самъ не можетъ указать точно, насколько онъ въ своей системѣ повторяетъ или дополняетъ идеи Райта, такъ какъ познакомился съ ними не по подлинному труду Райта, но лишь по отзыву объ этомъ сочиненiи. Оговорка Канта не всегда, однако, воспроизводилась другими авторами, и такимъ путемъ укоренилось неправильное мнѣнiе, что именно идеи Канта являются первой ступенью къ воззрѣнiямъ новаго времени.

Въ дѣйствительности Кантъ нѣсколько яснѣе, чѣмъ Райтъ, формулировалъ тѣ же по существу идеи. Онъ тоже ссылается на примѣръ солнечной системы, гдѣ всѣ планеты движутся вокругъ Солнца въ плоскостяхъ, мало между собою наклоненныхъ, вслѣдствiе чего, въ случаѣ существованiя значительнаго ихъ количества, онѣ представили бы собою нѣчто въ родѣ слоя изъ планетъ. Кантъ полагалъ, что звѣзды—тѣ же солнца, движущiяся по мало наклоненнымъ между собою путямъ. Результатомъ такого движенiя звѣздъ является накопленiе ихъ въ одномъ слоѣ пространства. Совокупность же большого числа звѣздъ въ этомъ слоѣ и составляетъ въ цѣломъ Млечный Путь, въ средней плоскости котораго находится наибольшее ихъ количество, а по обѣ ея стороны звѣзды разрѣжены.

Но такое движенiе, по мнѣнiю Канта, требуетъ существованiя центральнаго свѣтила, величина котораго соотвѣтствовала бы величинѣ звѣздной системы. За такое центральное тѣло Кантъ довольно произвольно принимаетъ Сирiусъ, основываясь преимущественно на его яркости, наибольшей среди всѣхъ звѣздъ.

На природу туманностей Кантъ смотритъ въ общемъ глазами Райта. Онъ полагаетъ, что системы, подобныя Млечному Пути, встрѣчаются въ эллиптическихъ туманностяхъ, не разложимыхъ на отдѣльныя звѣзды вслѣдствiе дальняго ихъ разстоянiя. Здѣсь Кантъ дѣлаетъ смѣлое предположенiе о томъ, что, быть можетъ, различные Млечные Пути представляетъ собою отдѣльныхъ членовъ одной общей системы, которые также обращаются въ одной общей плоскости около общаго ихъ центра.

Уже Кантъ, какъ видно изъ изложеннаго, слишкомъ широко примѣнялъ аналогiю. Но черезъ нѣсколько лѣтъ еще дальше пошелъ въ этомъ направленiи, уже явно злоупотребляя ею, Ламбертъ. Вслѣдствiе этого интересныя сами по себѣ его соображенiя представляютъ теперь только историческое значенiе, тогда какъ нѣкоторыя положенiя Райта и Канта имѣютъ силу и до настоящаго времени.

Явленiя планетъ, около которыхъ обращаются спутники, затѣмъ

Солнца, около котораго обращаются планеты, привели Ламберта къ предположенію, что вселенная раздѣляется на системы разныхъ порядковъ, общей связью для которыхъ служитъ сила всемірнаго тяготѣнія. Каждая звѣзда, подобная Солнцу, окруженная планетами и кометами, является системой перваго порядка. Совокупность такихъ системъ—мы скажемъ просто звѣздъ—составляетъ систему второго порядка. Аналогично тому, какъ каждая планета со своими спутниками отдѣляется значительнымъ разстояніемъ отъ слѣдующей планеты, и какъ отдѣльныя звѣзды также раздѣлены между собою громаднымъ пространствомъ,—Ламбертъ полагалъ, что и системы второго порядка—скопленія отдѣльныхъ звѣздъ—также значительно удалены одно отъ другого. Замѣтимъ мимоходомъ, что здѣсь Ламбертъ сдѣлалъ удачную догадку: это соображеніе является довольно близкимъ и къ современнымъ воззрѣніямъ на тотъ же предметъ. Далѣе, исходя изъ аналогіи съ солнечной системой, въ которой Солнце—тѣло относительно громадныхъ массы и размѣра — занимаетъ центральное положеніе, Ламбертъ совершенно произвольно допускаетъ существованіе, напримѣръ, въ томъ скопленіи, къ которому принадлежитъ Солнце, громаднаго центральнаго тѣла, названнаго „Регентомъ".

Совокупность отдѣльныхъ системъ второго порядка, не разбросанныхъ безпорядочно, а скопленныхъ въ одной плоскости, и составляетъ Млечный Путь, который такимъ образомъ является системой третьяго порядка. При этомъ всѣ скопленія движутся около существовавшихъ въ воображеніи Ламберта центральныхъ свѣтилъ, какихъ-то необычайно большихъ, но пропорціональныхъ своей роли размѣровъ. Продолжая дальше аналогію и принимая отдаленныя туманности за подобные же млечные пути, Ламбертъ въ ихъ совокупности видитъ систему четвертаго порядка; затѣмъ, онъ допускаетъ возможность существованія системъ пятаго и высшихъ порядковъ, о которыхъ сейчасъ мы не можемъ себѣ составить представленія.

Система вселенной, изложенная Ламбертомъ, ясно указывала на то, что умозрительный методъ разрѣшенія вопроса могъ имѣть ограниченную сферу примѣненія, почти сполна исчерпанную Райтомъ. Слѣдовало оставить попытки кабинетнаго рѣшенія задачи; надо было перейти къ наблюденіямъ.

Новая эпоха въ этомъ дѣлѣ начата наблюденіями знаменитаго В. Гершеля и отчасти наблюденіями сына его Джона Гершеля. Труды обоихъ Гершелей имѣли очень важное значеніе въ развитіи звѣздной астрономіи, и значеніе это въ извѣстной мѣрѣ сохраняется по настоящее время.

XI.

Распредѣленіе звѣздъ.

Главнымъ факторомъ, которымъ приходится въ настоящее время пользоваться въ дѣлѣ изученія строенія вселенной, является пространственное распредѣленіе звѣздъ.

Непосредственныя наблюденія даютъ лишь указанія на распредѣленіе звѣздъ по небесной сферѣ. О разстояніяхъ же, на которыхъ онѣ находятся, ничего почти не извѣстно. Хотя небольшое число такихъ разстояній и опредѣлено, но они относятся преимущественно къ ближайшимъ отъ Солнца звѣздамъ. Измѣреніе же разстояній болѣе далекихъ звѣздъ представляется еще, какъ извѣстно, неразрѣшенной задачей.

Если нельзя разсчитывать на непосредственныя измѣренія, остается одинъ путь—примѣнить болѣе или менѣе правдоподобную гипотезу, съ помощью которой и судить о звѣздныхъ разстояніяхъ.

Современной рабочей гипотезой въ этой задачѣ можетъ быть только одна,—именно гипотеза о томъ, что звѣзды имѣютъ въ среднемъ одинаковую величину и что въ среднемъ же онѣ одинаково излучаютъ свѣтъ. Поэтому наблюденная яркость звѣзды можетъ вообще служить показателемъ ея разстоянія.

Мы уже знаемъ, насколько этотъ показатель не надеженъ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ. Блестящіе Канопусъ, Ригель и пр. находятся отъ насъ почти на неизмѣримыхъ разстояніяхъ. Въ то же время къ намъ сравнительно близки звѣзды, блескъ которыхъ просто глазомъ вовсе не уловимъ. Но это все—въ отдѣльныхъ случаяхъ. Если же взять во вниманіе очень большое число звѣздъ, то въ среднемъ разность ихъ абсолютныхъ величинъ окажется значительно меньшей, чѣмъ разность ихъ видимыхъ величинъ.

То же самое можетъ быть сказано и о вліяніи различныхъ спектральныхъ классовъ. Количество свѣта, излучаемое звѣздой, ушедшей дальше въ своей эволюціи, значительно меньше, чѣмъ излучаемое

молодой звѣздой. Двѣ подобныя звѣзды, отстоящія отъ насъ на одинаковое разстояніе, будутъ казаться столь различнаго блеска, что à-priori ихъ пришлось бы отнести на совершенно различное отдаленіе. Напомнимъ, затѣмъ, о звѣздахъ-гигантахъ и звѣздахъ-карликахъ... Тѣмъ не менѣе и эти обстоятельства, имѣющія полную силу въ отношеніи отдѣльныхъ звѣздъ, въ значительной мѣрѣ теряютъ ее, когда гипотезу примѣняютъ къ очень большому ихъ числу. Въ такомъ случаѣ различіе абсолютныхъ яркостей въ среднемъ уравнивается, и получается возможность говорить о среднихъ разстояніяхъ звѣздъ того или другого класса. Даже небольшое число ближайшихъ къ намъ звѣздъ, параллаксы которыхъ сравнительно надежно опредѣлены, даютъ нѣкоторыя указанія на зависимость средняго разстоянія звѣзды отъ видимой ея величины. Тѣмъ болѣе это справедливо, когда пользуются среднимъ изъ очень большого ихъ числа.

Пояснимъ высказанную мысль еще слѣдущимъ примѣромъ:

Вообразимъ, что по дорогѣ, простирающейся на значительное разстояніе, напримѣръ, на десятокъ или болѣе верстъ, движутся группы людей. Возьмемъ ближайшую группу. Весьма вѣроятно, что въ ней окажутся и высокіе взрослые люди, и подростки, и младенцы. Видимая величина, т.-е. ростъ отдѣльной человѣческой фигуры, не даетъ еще указаній на разстояніе группы. Исходя изъ представляющагося малымъ роста ребенка, мы могли бы, напримѣръ, заключить, что видимъ взрослаго человѣка, находящагося отъ насъ довольно далеко и т. п. Но если мы сопоставимъ между собой группы, находящіяся на разстояніяхъ, положимъ, въ двѣ, пять или десять верстъ, то обнаружимъ, что въ среднемъ человѣческія фигуры въ группѣ, отстоящей на пять верстъ, меньше, чѣмъ въ группѣ, отстоящей на двѣ версты. Еще меньшей будетъ въ среднемъ видимая величина человѣческихъ фигуръ на разстояніи десяти верстъ и такъ далѣе. Установивши поэтому представленіе о томъ, какова въ среднемъ видимая величина людскихъ фигуръ на томъ или другомъ разстояніи, мы могли бы по ихъ видимой величинѣ составить приблизительное понятіе о среднемъ разстояніи группы, въ которую эти люди входятъ.

Въ одномъ только случаѣ такія допущенія не оказались бы правдоподобными: если бы измѣненіе видимыхъ величинъ на разныхъ отъ насъ разстояніяхъ имѣло бы систематическія неправильности. Напримѣръ, если бы въ одну сторону отъ насъ всѣ звѣзды были бы особенно мелки, въ другую же сторону особенно велики и т. п. Хотя теоретически противъ такой возможности и трудно возражать, однако это соображеніе является созданнымъ искусственно, основаннымъ на задней мысли о какомъ-то привилегированномъ положеніи Земли во вселенной — и изъ наблюденій ничѣмъ не подтверждаемымъ. Оно поэтому должно быть отброшено.

---

1. Распредѣленіе яркихъ звѣздъ.

По первому впечатлѣнію кажется, будто яркія звѣзды распредѣлены по небу довольно равномѣрно, но при болѣе тщательномъ изслѣдованіи, это впечатлѣніе не оправдывается. Обнаруживается при этомъ, что, вообще говоря, близъ Млечнаго Пути яркихъ звѣздъ нѣсколько больше, чѣмъ внѣ его. Это видно, напримѣръ, изъ слѣдующей таблицы, составленной Гузо (Houzeau), въ которой дана относительная звѣздная плотность звѣздъ отъ 1-й до 6-й величины для разныхъ поясовъ, ровноотстоящихъ отъ Млечнаго Пути:

Галактическая широта.	Плотность.
$+90^0$ — $+70^0$	0.113
$+70$ — $+50$	0.122
$+50$ — $+30$	0.124
$+30$ — $+10$	0.145
$+10$ — -10	0.160
-10 — -30	0.154
-30 — -50	0.129
-50 — -70	0.124
-70 — -90	0.125

Бросается въ глаза, что наибольшая плотность (0.160) соотвѣтствуетъ поясу отъ $+10^0$ до -10^0 галактической широты, т.-е. включающему въ себя Млечный Путь.

Болѣе детальное, однако, изслѣдованіе распредѣленія яркихъ звѣздъ обнаруживаетъ, что дѣло не такъ просто.

Еще въ половинѣ XIX вѣка Дж. Гершелемъ было замѣчено, что блестящія звѣзды скоплены по преимуществу въ одной полосѣ, близкой къ Млечному Пути, но не совпадающей съ нимъ. Затѣмъ эта полоса была изслѣдована и другими, преимущественно же аргентинскимъ астрономомъ Гульдомъ.

Полоса съ большимъ числомъ яркихъ звѣздъ, обходя небесную сферу, вырисовывается замѣтнѣе и правильнѣе на южномъ небѣ, чѣмъ на сѣверномъ; на послѣднемъ она расплывчатѣе и очерчивается не такъ опредѣленно. Въ сѣверной полусферѣ эта полоса проходитъ черезъ созвѣздія Тельца, Персея, Кассіопеи, Цефея, Лебедя и Лиры и затѣмъ, будучи менѣе замѣтной, черезъ Геркулеса и Змѣеносца. На южной же полусферѣ, начиная отъ Змѣеносца, полоса яркихъ звѣздъ идетъ черезъ созвѣздія Скорпіона, Центавра, Южнаго Креста, Корабля Арго, Большого Пса и Оріона.

Средняя линія этой полосы очень мало, всего лишь на три градуса, отклоняется отъ большого круга. Съ Млечнымъ Путемъ она пересѣкается, подъ угломъ около 20^0, въ Кассіопеѣ и въ Южномъ Крестѣ.

Скіапарелли отмѣчаетъ ту особенность полосы, что она рѣзко очерчена въ обѣихъ полусферахъ со стороны экватора и хуже обрисовывается въ сторону полюсовъ міра.

Самымъ естественнымъ было бы то предположеніе, что скопленіе такъ близко отъ Млечнаго Пути яркихъ звѣздъ есть простое слѣдствіе общаго закона, подмѣченнаго съ давнихъ поръ—о чемъ вскорѣ будетъ идти подробная рѣчь,—въ силу котораго всѣ вообще звѣзды скоплены къ одной главной плоскости, именно къ плоскости Млечнаго Пути. Такое скопленіе существуетъ, безъ сомнѣнія, и для блестящихъ звѣздъ отъ 1-й до 6-й величины, наравнѣ со звѣздами телескопическими. Но, въ противоположность ожиданіямъ, оно имѣетъ аномалію: скопленіе рѣзче выражено для звѣздъ отъ 1-й до 3-й величины, чѣмъ для звѣздъ отъ 4-й до 6-й. Должно же быть, какъ мы вскорѣ узнаемъ, какъ разъ наоборотъ: чѣмъ звѣзды слабѣе, тѣмъ вообще онѣ сильнѣе сгущены ко Млечному Пути. Эта аномалія и объясняется присутствіемъ независимой отъ общаго явленія полосы яркихъ звѣздъ.



Рис. 118. Скіапарелли.

По мнѣнію Гульда, полоса эта является слѣдствіемъ существованія небольшого звѣзднаго скопленія, въ составъ котораго входитъ и Солнце. Самыя яркія звѣзды, до 4-й величины, группируются симметричнѣе относительно средней линіи полосы, чѣмъ относительно Млечнаго Пути. Во всемъ разсматриваемомъ скопленіи Гульдъ насчитываетъ около 400 звѣздъ не слабѣе 7-й величины.

Общее детальное изслѣдованіе распредѣленія яркихъ звѣздъ было произведено извѣстнымъ итальянскимъ астрономомъ Скіапарелли (рис. 118). Среди этихъ звѣздъ существуютъ, какъ онъ указалъ, области, столь богатыя яркими звѣздами, что онѣ прямо бросаются въ глаза. Таковы, напримѣръ, большая область, занимаемая созвѣздіями Тельца, Оріона, Малаго и Большого Псовъ и Близнецовъ, (рис. 10) затѣмъ область отъ созвѣздія Кассіопеи черезъ Лебедя до Орла; особенно же въ созвѣздіяхъ Корабля Арго, Большого Пса и Оріона. Другія области, напротивъ, крайне бѣдны яркими звѣздами, напримѣръ, отъ созвѣздія Дельфина, черезъ Пегаса, Андромеду и Рыбъ до Оріона; или еще—между созвѣздіями Тельца и Возничаго. Близъ сѣвернаго полюса Млечнаго Пути особеннаго разрѣженія въ числѣ яркихъ звѣздъ не наблюдается, кромѣ небольшой только области возлѣ Волосъ Вереники.

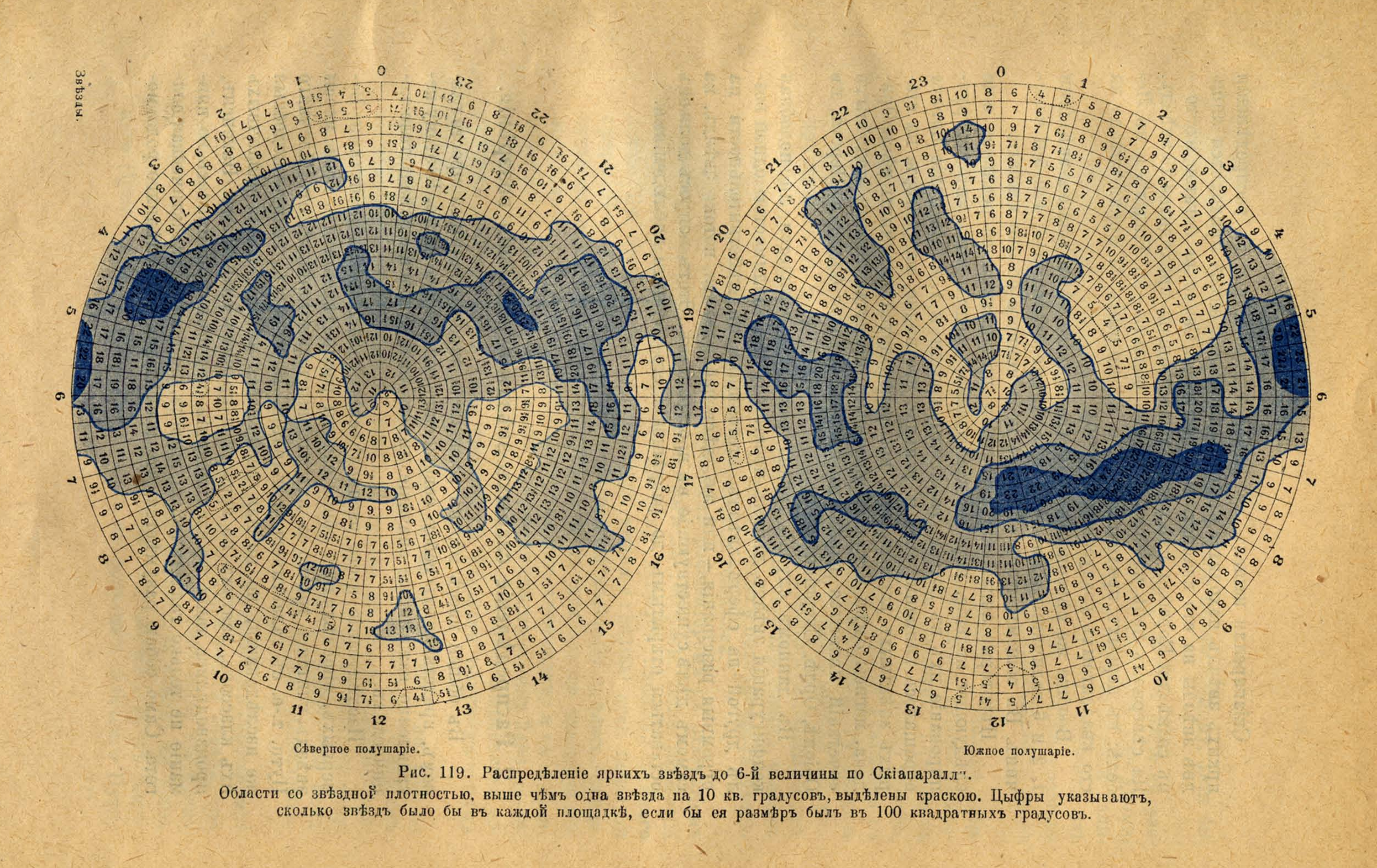


Рис. 119. Распредѣленіе яркихъ звѣздъ до 6-й величины по Скіапарелли.
Области со звѣздной плотностью, выше чѣмъ одна звѣзда на 10 кв. градусовъ, выдѣлены краскою. Цифры указываютъ, сколько звѣздъ было бы въ каждой площадкѣ, если бы ея размѣръ былъ въ 100 квадратныхъ градусовъ.

Скіапарелли нашелъ, что самое бѣдное мѣсто въ распредѣленіи яркихъ звѣздъ находится въ созвѣздіи Рыси: здѣсь приходятся лишь двѣ звѣзды на сто квадратныхъ градусовъ. Самое же богатое мѣсто — въ созвѣздіи Корабля, гдѣ на такую же площадь приходится 28 звѣздъ. На сѣверномъ небѣ наиболѣе богатыя области—въ Гіадахъ и въ Лебедѣ; въ первыхъ приходится 25, а во вторымъ 21 яркая звѣзда на сто квадратныхъ градусовъ (рис. 119).

Вообще же сѣверное небо болѣе богато, чѣмъ южное, звѣздами 1, 2 и 6 величины; южное же небо богаче звѣздами 3, 4 и 5-й величинъ. Въ общемъ итогѣ сѣверное небо немного богаче южнаго.

Нѣкоторые англійскіе астрономы принимаютъ за реальное еще слѣдующее явленіе, нерѣдко наблюдаемое среди яркихъ звѣздъ: группированіе ихъ въ потоки, гирлянды, грозди и т. п. На такіе потоки обращалось вниманіе еще и раньше, что видно, напримѣръ, на старыхъ звѣздныхъ картахъ, гдѣ воспроизводятся излучины рѣки Эридана, изгибы Змѣи и т. п. Типичными представителями подобныхъ сочетаній являются гирлянды яркихъ звѣздъ: близъ α Персея, въ Оріонѣ, Орлѣ, Скорпіонѣ и пр.

Въ данномъ случаѣ трудно разобрать, является ли подобная конфигурація звѣздъ дѣломъ просто случая,—видимостью одной возлѣ другой на сферѣ звѣздъ, отстоящихъ въ дѣйствительности на огромныя разстоянія,—или же здѣсь наблюдаются потоки звѣздъ, на самомъ дѣлѣ существующіе въ пространствѣ. Этотъ вопросъ долженъ оставаться открытымъ до разрѣшенія его точными наблюденіями.

---

2. Распредѣленіе слабыхъ звѣздъ и новѣйшія воззрѣнія.

Въ общей массѣ міровъ вселенной, звѣзды, видимыя просто глазомъ, представляютъ собою совершенно ничтожную часть. Поэтому несравненно важнѣйшее значеніе имѣетъ распредѣленіе звѣздъ телескопическихъ.

Изслѣдованіе этого распредѣленія велось разными путями. Во-первыхъ, опредѣлялись общіе законы распредѣленія для всей массы звѣздъ, считаясь только съ ихъ угловымъ разстояніемъ отъ Млечнаго Пути, т.-е. съ галактической широтой. Во-вторыхъ, велись подобныя же изслѣдованія, но не для всей массы звѣздъ, а для различныхъ ихъ классовъ, взятыхъ по яркости и прочимъ свойствамъ. Наконецъ, производились такія же изслѣдованія, причемъ принималась во вниманіе не только галактическая широта, но также и галактическая долгота. Само собою разумѣется, что изслѣдованія послѣдняго рода мо-

гутъ болѣе, чѣмъ другія, приблизить насъ къ частичному, хотя бы, разрѣшенію вопроса о строеніи вселенной.

Моментомъ, съ котораго начинается ознакомленіе наше съ распредѣленіемъ телескопическихъ звѣздъ, является, какъ уже упоминалось, время изобрѣтенія въ началѣ XVII-го вѣка телескопа Галилеемъ, который убѣдился въ томъ, что Млечный Путь состоитъ изъ безчисленнаго количества слабыхъ по блеску звѣздъ. Однако, правильныя наблюденія надъ распредѣленіемъ звѣздъ принадлежатъ лишь Вильяму Гершелю.

Въ основу своихъ работъ В. Гершель положилъ довольно спорное допущеніе о равномѣрномъ вообще распредѣленіи звѣздъ въ пространствѣ. Если равные объемы пространства вселенной включаютъ въ себѣ равное количество звѣздъ, то очевидно, что число звѣздъ, видимыхъ въ томъ или другомъ направленіи, должно указывать на протяженность въ этомъ направленіи звѣздной вселенной. Руководясь этимъ соображеніемъ, В. Гершель, въ концѣ XVIII и началѣ XIX вв., приступилъ къ изслѣдованію звѣзднаго неба своимъ извѣстнымъ „методомъ звѣздныхъ черпковъ“. Онъ какъ бы черпалъ своимъ телескопомъ звѣзды въ разныхъ частяхъ неба и затѣмъ подсчитывалъ, сколько именно звѣздъ зачерпнуто полемъ его телескопа.

Гершель пользовался 20-футовымъ рефлекторомъ съ отверстіемъ въ 46 сантиметровъ и съ увеличеніемъ въ 160 разъ. Поле телескопа имѣло площадь приблизительно въ одну четверть площади луннаго диска. Въ этомъ полѣ зрѣнія была видна 1 : 833000 всей небесной сферы. Чтобы обслѣдовать все небо, понадобилось бы сдѣлать, слѣдовательно, свыше милліона черпковъ—трудъ для одного человѣка непосильный. Поэтому В. Гершель ограничилъ свою задачу и въ избранной имъ зонѣ между $+45^{0}$ и -30^{0} склоненія онъ произвелъ 3400 подобныхъ черпковъ. Соединяя же, для большей точности, нѣсколько сосѣднихъ измѣреній въ одно среднее, В. Гершель получилъ такимъ образомъ 683 среднихъ измѣреній.

Черезъ нѣкоторое время подобныя же наблюденія, но уже на южномъ небѣ, были произведены сыномъ его Джономъ Гершелемъ во время его пребыванія въ 1834—38 годахъ на мысѣ Доброй Надежды. Черпки Джона Гершеля были разбросаны по всему южному небу, и этимъ доставили болѣе ясное понятіе о распредѣленіи на немъ звѣздъ, чѣмъ черпки Вильяма Гершеля на сѣверномъ, расположенные въ болѣе ограниченномъ поясѣ.

Къ чему же привели изслѣдованія небесныхъ безднъ Гершелями?

Съ ихъ инструментальными средствами были видны звѣзды, которымъ теперь приписываютъ 13—14 величину. Оказалось, что существуетъ довольно правильное измѣненіе количества звѣздъ на небѣ, въ зависимости отъ угловаго разстоянія изслѣдуемаго мѣста отъ Млечнаго Пути. Такъ, въ мѣстахъ близкихъ къ полюсамъ Млечнаго Пути,

насчитывалось въ полѣ телескопа въ среднемъ по 4—6 звѣздъ; на среднихъ галактическихъ широтахъ ихъ насчитывалось около полутора десятка; въ поясѣ же, шириной въ 30°, охватывающемъ полосу Млечнаго Пути, въ среднемъ можно было насчитать пятьдесятъ—шестьдесятъ звѣздъ. Это наблюдалось въ разныхъ мѣстахъ небесной сферы—одинаково и на сѣверномъ и на южномъ небѣ.

Такимъ образомъ, наблюденіями В. и Дж. Гершелей былъ установленъ незыблемо тотъ фактъ, что число телескопическихъ звѣздъ чрезвычайно сильно возрастаетъ съ приближеніемъ отъ полюсовъ Млечнаго Пути къ этой свѣтлой полосѣ.

Тѣ цифры, которыя приведены выше, являются средними; онѣ не даютъ представленія о степени неправильности въ распредѣленіи звѣздъ, которая въ дѣйствительности обнаруживается изъ наблюденій Гершелей. Такъ, въ отдѣльныхъ мѣстахъ близъ полюса Млечнаго Пути въ полѣ телескопа приходилось видѣть всего лишь 1—2 звѣзды, или даже вовсе ни одной; въ отдѣльныхъ же мѣстахъ на Млечномъ Пути ихъ насчитывалось по нѣсколько сотъ. Иногда же встрѣчались такія сгущенныя мѣста, что раздѣлить ихъ на отдѣльныя звѣзды вовсе не представлялось возможнымъ и т. п.

Пользуясь добытымъ имъ наблюдательнымъ матеріаломъ, В. Гершель попытался дать общую схему зданія вселенной, основываясь на указанномъ уже выше допущеніи, будто звѣзды распредѣлены на равныхъ между собою разстояніяхъ. При этомъ В. Гершель предполагалъ также, что онъ достигалъ своимъ телескопомъ не только предѣловъ Млечнаго Пути, но даже проникалъ далеко за эти предѣлы. Эта схема хорошо всѣмъ извѣстна, почему здѣсь можно ее и не воспроизводить.

Но полувѣковая дѣятельность В. Гершеля, посвященная почти исключительно звѣздной астрономіи и сопровождавшаяся чрезвычайнымъ обиліемъ собранныхъ изъ наблюденій матеріаловъ, не могла, конечно, не отражаться и на прогрессивномъ измѣненіи взглядовъ Гершеля на строеніе вселенной. Такъ, уже въ 1796 году онъ сталъ сомнѣваться въ правильности допущенія о равномѣрномъ или почти равномѣрномъ распредѣленіи звѣздъ въ пространствѣ, а въ 1817 году Гершель уже категорически высказался противъ этого допущенія. Съ того же времени В. Гершель начинаетъ указывать и на случаи, когда его телескопъ оказывается не въ состояніи разложить на звѣзды нѣкоторыя мѣста Млечнаго Пути. Отпало, слѣдовательно, и предположеніе о проникновеніи его телескопа за предѣлы Млечнаго Пути, и Гершелю оставалось отказаться отъ своей схемы, построенной вскорѣ послѣ начала его наблюдательской дѣятельности.

Судьба, однако, сыграла въ этомъ случаѣ странную роль. Схема, отброшенная въ свое время самимъ авторомъ, не забывается до сихъ поръ другими, и почти во всѣхъ трудахъ по звѣздной астрономіи и даже во многихъ учебникахъ космографіи обязательно фигурируетъ рисунокъ причудливой формы, съ двумя вѣтвями, образующими между собою заливъ, и съ Солнцемъ близъ центра рисунка. Этотъ рисунокъ и называется системой В. Гершеля.

Позднѣе В. Гершель, убѣдившись въ сравнительномъ безсиліи своихъ могучихъ телескоповъ, пришелъ къ заключенію, что Млечный Путь не представляетъ собою какого-либо ограниченнаго звѣзднаго диска, но что онъ, напротивъ, неизмѣримъ и необъятенъ въ цѣломъ. Даже въ ширину—въ направленіи полюсовъ Млечнаго Пути—глазъ не можетъ проникнуть до его предѣловъ. Отсюда слѣдуетъ, что наше Солнце и всѣ видимыя звѣзды глубоко погружены во Млечномъ Пути и являются его составными частями. Все же явленіе Млечнаго Пути В. Гершель понималъ, какъ громадное соединеніе звѣздныхъ скопленій, неправильно сгущенныхъ. Различная группировка этихъ скопленій и производитъ явленіе разныхъ оттѣнковъ яркости въ полосѣ Млечнаго Пути.

Надо замѣтить, что только что изложенные взгляды В. Гершеля нашли себѣ подтвержденіе въ новѣйшихъ наблюденіяхъ и изслѣдованіяхъ. Они оказались болѣе вѣрными, чѣмъ цѣлый рядъ предположеній о распредѣленіи звѣздъ и о строеніи Млечнаго Пути, высказывавшихся въ теченіе всего минувшаго вѣка вплоть до нашихъ дней.

Что же касается міра туманностей, то В. Гершель представлялъ себѣ, что онѣ являются отдаленными другими звѣздными системами, аналогичными Млечному Пути. Но въ нѣкоторой части туманностей онъ допускалъ возможность газообразнаго строенія, и мы уже знаемъ, что это послѣднее предположеніе В. Гершеля вполнѣ оправдалось.

Такимъ образомъ, наблюденія В. Гершеля и Дж. Гершеля представляютъ собою первый положительный этапъ, съ котораго уже является возможнымъ оріентироваться—съ точки зрѣнія современныхъ воззрѣній—въ ближайшихъ частяхъ вселенной. Ихъ наблюденія, въ связи съ нѣкоторыми звѣздными каталогами болѣе поздняго времени, были широко использованы разными астрономами. При этомъ, однако, рѣдко дѣлались попытки выяснять фигуру звѣздной вселенной; взамѣнъ того, обыкновенно старались подмѣтить и формулировать законы распредѣленія звѣздъ.

Наибольшаго вниманія заслуживаютъ въ данномъ отношеніи изслѣдованія В. Струве, устроителя Пулковской обсерваторіи (рис. 29).

Эти изслѣдованія были произведены со принятіемъ, въ качествѣ основанія, гипотезы о томъ, что видимая яркость звѣзды служитъ вообще указателемъ ея относительнаго разстоянія.

В. Струве яснѣе своихъ предшественниковъ установилъ, что сгущеніе телескопическихъ звѣздъ и Млечный Путь представляются совершенно тождественными явленіями — одной и той же звѣздной системой. Эта система, въ представленіи В. Струве, является рядомъ звѣздныхъ слоевъ, имѣющихъ различную плотность и параллельныхъ Млечному Пути. Самымъ плотнымъ является срединный слой. Плотность остальныхъ слоевъ, по мѣрѣ ихъ отдаленія отъ средняго слоя, мало по-малу убываетъ. Такимъ образомъ, вся звѣздная система, включая въ нее и Солнце, занимающее въ системѣ эксцентрическое положеніе, представляетъ подобіе земной атмосферы, въ которой плотность, начиная отъ земной поверхности, убываетъ постепенно и параллельными слоями.

Но ни о внѣшней формѣ звѣздной системы, ни объ ея протяженности, при современномъ состояніи знаній, В. Струве не нашелъ возможнымъ сдѣлать никакихъ заключеній.

Однако, какъ мы вскорѣ узнаемъ, заключеніе В. Струве о правильномъ ходѣ звѣздной плотности по обѣ стороны отъ средины Млечнаго Пути въ дальнѣйшемъ не нашло себѣ подтвержденія.

Страннымъ и искусственнымъ является также его объясненіе раздвоенія Млечнаго Пути. По мнѣнію Струве, раздвоеніе состоитъ въ томъ, что слой наибольшаго сгущенія не состоитъ изъ совершенной плоскости, но въ извѣстной его части находятся двѣ плоскости, пересѣкающіяся подъ угломъ въ 10° „недалеко отъ плоскости небеснаго экватора и близъ положенія нашего Солнца".

Въ дальнѣйшемъ дѣло изученія строенія вселенной отмѣчается вторымъ важнымъ этапомъ—появленіемъ двухъ большихъ боннскихъ звѣздныхъ каталоговъ, о которыхъ уже говорилось болѣе одного раза (стр. 51). Въ распоряженіи астрономовъ оказались достаточно точныя для данной цѣли положенія почти полумилліона звѣздъ, причемъ звѣзды до 9-й величины вошли всѣ полностью въ эти звѣздныя росписи, а болѣе малыя—лишь частью. Эти матеріалы обнимали сполна все сѣверное небо, изъ южнаго же ими охвачена была только одна треть.

Не будемъ разсматривать всѣхъ производившихся разработокъ получившагося матеріала; скажемъ только о важнѣйшемъ изъ нихъ, принадлежащемъ мюнхенскому астроному Зеелигеру.

Изслѣдованія Зеелигера касаются прежде всего статистики звѣздъ. Онъ подвергъ матеріалъ боннскихъ каталоговъ болѣе точной фото-

метрической обработкѣ, чѣмъ это дѣлалось раньше, съ приведеніемъ ихъ къ равномѣрной шкалѣ величинъ, и затѣмъ разсмотрѣлъ распредѣленіе звѣздъ разныхъ величинъ въ отношеніи Млечнаго Пути.

Его результаты выражаются приводимыми ниже таблицами — одной, относящейся къ сѣверному Боннскому каталогу, другой — къ южному. Звѣзды разбиты Зеелигеромъ на слѣдующіе классы: 1-й отъ 1.0 до 6.5 вел.; 2-й отъ 6.6 до 7.0 и т. д. до 8-го — отъ 9.6 до 10.0 вел. Далѣе, небесный сводъ имъ раздѣленъ на девять отдѣльныхъ зонъ, по 20° въ каждой, расположенныхъ отъ сѣвернаго полюса Млечнаго Пути; при такихъ условіяхъ 1-ая зона охватываетъ сѣверный галактическій полюсъ до + 70° галакт. широты, 5-ая зона самый Млечный Путь, а 9-ая зона его южный полюсъ. Для каждаго класса и для каждой зоны имъ вычислена звѣздная плотность, которая въ таблицахъ выражена въ такомъ разсчетѣ, что плотность въ средней зонѣ равна 1.00.

1. Сѣверный каталогъ.

Классы / Зоны.	1	2	3	4	5	6	7
1	0.55	0.43	0.52	0.40	0.42	0.38	0.32
2	0.57	0.44	0.50	0.42	0.44	0.40	0.34
3	0.64	0.54	0.60	0.51	0.51	0.48	0.43
4	0.79	0.69	0.76	0.73	0.72	0.73	0.66
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	0.91	0.79	0.84	0.77	0.80	0.79	0.76
7	0.57	0.43	0.47	0.48	0.52	0.53	0.45
8	0.43	0.32	0.35	0.37	0.46	0.53	0.39

2. Южный каталогъ.

Классы / Зоны.	1	2	3	4	5	6	7	8
2	0.78	0.81	0.61	0.68	0.50	0.44	0.41	0.48
3	0.70	0.78	0.69	0.68	0.57	0.49	0.46	0.46
4	0.85	0.97	0.83	0.89	0.79	0.63	0.63	0.84
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	1.14	1.02	0.81	1.01	0.90	0.78	0.79	0.72
7	0.93	0.76	0.72	0.74	0.69	0.55	0.53	0.63
8	0.79	0.78	0.55	0.60	0.57	0.45	0.42	0.53
9	0.78	0.70	0.58	0.67	0.54	0.44	0.39	0.53

Даже бѣглый взглядъ на эти цифры обнаруживаетъ въ ходѣ ихъ существенныя аномаліи, требующія объясненія. Таковы, напримѣръ, слишкомъ большія цифры плотности въ южной 6-й зонѣ для

1 и 2 классовъ, аномаліи въ ходѣ убыванія въ крайнихъ зонахъ плотностей по мѣрѣ уменьшенія звѣздныхъ величинъ, аномаліи въ распредѣленіи плотностей по обѣ стороны Млечнаго Пути и т. д. Но въ своемъ изслѣдованіи Зеелигеръ руководился той мыслью, что, хотя распредѣленіе звѣздъ въ различныхъ частяхъ неба вообще и не одинаково, тѣмъ не менѣе въ настоящее время возможно считаться только со среднимъ распредѣленіемъ ихъ, въ зависимости отъ разстоянія звѣздъ отъ средней плоскости Млечнаго Пути, т.-е. въ зависимости только отъ одной галактической широты. При такихъ условіяхъ результаты Зеелигера представляютъ среднюю, но не дѣйствительную картину распредѣленія звѣздъ. Выводы изъ изслѣдованій Зеелигера, облеченные въ форму трехъ законовъ, часто называютъ законами его имени.

Разсмотримъ, какимъ образомъ измѣняется число звѣздъ по мѣрѣ уменьшенія звѣздной величины.

Если бы всѣ звѣзды были распредѣлены въ пространствѣ равномѣрно, то изъ простыхъ геометрическихъ соображеній очевидно, что въ каждомъ сферическомъ объемѣ пространства относительное число звѣздъ зависѣло бы отъ куба радіуса этого пространства. Иначе говоря, изъ двухъ сферъ съ радіусами въ 1 и въ 2, число звѣздъ во второй сферѣ было бы въ 2^3, или въ 8 разъ больше, чѣмъ въ первой. Такимъ образомъ, число звѣздъ въ пространствѣ, если только онѣ распредѣлены равномѣрно, должно увеличиваться пропорціонально кубу разстоянія.

Далѣе, извѣстно, что яркость свѣтящейся точки убываетъ обратно пропорціонально квадрату разстоянія. Разность же яркости въ звѣздахъ двухъ смежныхъ классовъ величинъ составляетъ 2.5. Слѣдовательно, если допустить, что всѣ звѣзды имѣютъ въ среднемъ одинаковую яркость, то разстояніе между каждыми двумя классами величинъ составляетъ $\sqrt{2.5} = 1.59$ разстоянія между двумя смежными болѣе яркими классами. Отсюда можно вычислить, что послѣдовательныя разстоянія 1, 2, 3, 4... величинъ будетъ выражаться 1, 1.59, 2.52, 4.00... Иначе говоря, если за первую сферу примемъ ту, которая описана радіусомъ, равнымъ разстоянію звѣздъ первой величины, и примемъ этотъ радіусъ за единицу, то сфера, вмѣщающая въ себѣ звѣзды 2-й величины, будетъ описана радіусомъ 1.59; 3-й величины—радіусомъ 2.52 и т. д. Число же звѣздъ каждаго класса, на основаніи того, что было сказано выше, выразится рядомъ чиселъ 1, $(1.59)^3$, $(2.52)^3$, $(4.00)^3$... или приблизительно числами 1, 4, 16, 64... Слѣдовательно, число звѣздъ перваго и второго класса въ четыре раза больше, чѣмъ число звѣздъ только одного перваго класса; число звѣздъ $1 + 2 + 3$ классовъ въ 4 раза больше числа звѣздъ $1 + 2$ класса и т. д.; точнѣе, это „звѣздное отношеніе" составляетъ 3.98.

Въ дѣйствительности, однако, и подсчеты Зеелигера установили

тотъ же фактъ, который былъ найденъ Пикерингомъ, а также и другими астрономами, то-есть, что это число всегда меньше, чѣмъ четыре, а составляетъ немного болѣе, чѣмъ три.

Отсюда Зеелигеромъ и выведенъ первый его законъ, который гласитъ, что число звѣздъ отъ 6-й до 9-й величины увеличивается съ уменьшенiемъ звѣздной величины медленнѣе, чѣмъ это должно быть, если предположить равномѣрное распредѣленiе ихъ въ пространствѣ и одинаковую, въ среднемъ, силу свѣта каждой изъ нихъ.

Далѣе, Зеелигеръ обращается къ вопросу о зависимости числа звѣздъ отъ ихъ положенiя по отношенiю къ Млечному Пути. Этотъ вопросъ въ существенномъ былъ разрѣшенъ наблюденiями еще В. Гершеля и изслѣдованiями В. Струве и др. Можно было только лишнiй разъ разсчитывать на подтвержденiе установленнаго раньше факта. Результатъ изслѣдованiй Зеелигера формулированъ въ видѣ его второго закона: число звѣздъ отъ 6-й до 9-й величины съ убыванiемъ звѣздной величины возрастаетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ ближе находится данное мѣсто къ Млечному Пути. Зеелигеръ дѣлаетъ изъятiе изъ этого закона для звѣздъ, видимыхъ просто глазомъ, такъ какъ въ нихъ замѣчается скорѣе обратное явленiе. Мы вскорѣ увидимъ, что особенность въ распредѣленiи яркихъ звѣздъ имѣетъ свою спецiальную причину, не являясь исключенiемъ изъ общаго наблюденнаго факта.

Кромѣ того, Зеелигеръ подвергъ изслѣдованiю распредѣленiе плотностей звѣздъ болѣе слабыхъ, чѣмъ входящiя въ боннскiе каталоги. Такими звѣздами являлись наблюдавшiяся въ Миланѣ Челорiя (Celoria) въ областяхъ, близкихъ къ небесному экватору, и затѣмъ все тѣ же старыя Гершелевы наблюденiя. Звѣзды Челорiя доходятъ до 11.5 величины, звѣзды же Гершелей до 13—14-й. Оказалось, что возрастанiе числа звѣздъ, съ убыванiемъ ихъ величины, происходитъ не одинаково. Именно, звѣзды Челорiя слѣдуютъ приблизительно тому же закону, какъ и звѣзды до 9-й величины; Гершелевы же звѣзды сгущаются у Млечнаго Пути значительно сильнѣе. Такъ, въ то время какъ въ областяхъ, близкихъ къ полюсу Млечнаго Пути, число Гершелевыхъ звѣздъ (13 — 14 вел.) превосходитъ число боннскихъ (до 9 вел.) въ 30 — 40 разъ,—въ самомъ Млечномъ Пути первыя превосходятъ вторыя почти въ триста разъ. Зеелигеръ говоритъ въ своемъ третьемъ законѣ, что количество болѣе слабыхъ звѣздъ, съ убыванiемъ величины, возрастаетъ очень медленно въ областяхъ, далекихъ отъ Млечнаго Пути, и притомъ гораздо медленнѣе, чѣмъ это имѣетъ мѣсто для болѣе яркихъ звѣздъ [1]).

---

[1]) *Прим.* Въ болѣе позднее время Зеелигеръ высказываетъ, что въ окрестностяхъ Солнца приблизительно до разстоянiя въ 25 парсекъ, звѣзды въ пространствѣ распредѣлены равномѣрно; отсюда же плотность ихъ убываетъ по приводимому изслѣдователемъ математическому закону.

Статистическія изслѣдованія дали мюнхенскому астроному поводъ вывести общую картину нашей звѣздной системы. Какъ онъ самъ указываетъ, его картина есть лишь первое упрощенное изображеніе звѣздной вселенной, основанное на допущеніи, что Млечный Путь является плоскостью симметріи въ фигурѣ звѣздной вселенной и что звѣздная плотность зависитъ только отъ разстоянія отъ этой плоскоски или отъ галактической широты. Зеелигеръ находитъ, что форма звѣздной системы есть приблизительно форма эллипсоида вращенія, въ которомъ экваторъ совпадаетъ со Млечнымъ Путемъ. Центръ этого эллипсоида, по мнѣнію Зеелигера, совпадаетъ съ нашимъ мѣстонахожденіемъ; большой діаметръ эллипсоида, т.-е., тотъ въ направленіи котораго мы должны представлять себѣ Млечный Путь, почти вдвое больше, чѣмъ діаметръ, проходящій черезъ полюсы Млечнаго Пути. Въ этомъ звѣздномъ эллипсоидѣ плотность звѣздъ измѣняется въ зависимости отъ разстоянія отъ насъ и въ зависимости отъ галактической широты.

Самымъ любопытнымъ въ соображеніяхъ Зеелигера является то, что онъ приходитъ къ заключенію не только о конечности нашей звѣздной системы, но даже объ ея сравнительной ограниченности. Къ этому выводу Зеелигера привело найденное имъ убываніе, съ разстояніемъ, звѣздной плотности. Принимая за единицу мѣры длины разстояніе, соотвѣтствующее параллаксу въ 0″.2, которое Зеелигеръ нѣсколько произвольно называетъ „разстояніемъ Сиріуса“, онъ находитъ, что вся звѣздная система не простирается во всѣ стороны болѣе, какъ на одну тысячу такихъ единицъ. Въ этомъ небольшомъ объемѣ, какъ полагаетъ Зеелигеръ, и заключается, быть можетъ, болѣе чѣмъ сто милліоновъ звѣздъ. Впрочемъ, въ недавнее время Зеелигеръ расширяетъ эти предѣлы и, указывая на значительное уклоненіе звѣздной поверхности отъ сферической формы, находитъ, что дальнѣйшія звѣзды расположены во Млечномъ Пути на отдаленіи 1740 „разстояній Сиріуса“, у полюсовъ же Млечнаго Пути это отдаленіе достигаетъ 330 такихъ разстояній.

Выводы Зеелигера пользуются большой поддержкой со стороны нѣмецкихъ ученыхъ. Кобольдъ, напримѣръ, полагаетъ матеріалъ боннскихъ каталоговъ настолько исчерпаннымъ этими изслѣдованіями, что дальнѣйшее подтвержденіе законовъ Зеелигера и, можетъ быть, новые выводы можно надѣяться получить только изъ производящагося теперь фотографированія всего неба [1]). Оппенгеймъ же находитъ, что всѣ дальнѣйшія работы приведутъ лишь къ подтвержденію главнаго результата, полученнаго Зеелигеромъ, того именно, что наша звѣздная система не простирается въ безконечность, но обладаетъ

---

[1]) Kobold. Der Bau des Fixsternsystems. s. 165.

протяженіемъ въ указанное Зеелигеромъ количество „разстояній Сиріуса“ и т. п. [1]).

Быть можетъ, въ связи съ этимъ обстоятельствомъ Зеелигеръ недавно указалъ на то, что схематическая звѣздная система, въ которой предусматривается зависимость звѣзднаго распредѣленія отъ положенія по отношенію къ Млечному Пути, можетъ соотвѣтствовать истиннымъ соотношеніямъ лишь съ большимъ ограниченіемъ и едва ли въ окончательной формѣ. Найденныя имъ формулы только интерполяціонныя и Зеелигеръ самъ предостерегаетъ отъ переоцѣнки ихъ значенія.

Типичная картина Зеелигера рѣшительнымъ образомъ противорѣчитъ тому, что видитъ каждый — хотя бы даже невооруженнымъ глазомъ. Весь характеръ Млечнаго Пути, его клочковатое или облачное строеніе, большіе отростки, особенно же явленіе, называемое раздвоеніемъ Млечнаго Пути и пр. должны бы вовсе не существовать, если бы наша звѣздная система являлась подобіемъ такого звѣзднаго эллипсоида. Надо аннулировать то, что наблюдается всѣми, и признать реальнымъ плодъ кабинетнаго изслѣдованія. Но и это было бы, конечно, допустимымъ, если бы основанія, на которыхъ лежатъ заключенія Зеелигера о типичной картинѣ Млечнаго Пути, не возбуждали сомнѣній.

Въ дѣйствительности, основанія эти не отличаются существенно отъ того, какъ если бы какой-нибудь географъ сталъ рисовать карту земной поверхности, исходя изъ того, что распредѣленіе суши и моря зависитъ только отъ одной координаты, напримѣръ, только отъ географической широты. Нѣкоторая карта, конечно, имъ получилась бы. Но земная поверхность на ней была бы воспроизведена столь же близко къ дѣйствительности, какъ и типичная картина звѣзднаго эллипсоида Зеелигера воспроизводитъ дѣйствительную картину вселенной.

Приблизительно такъ же можно отнестись и къ другому кардинальному выводу Зеелигера о конечности видимой звѣздной вселенной и объ ограниченіи ея указанными имъ предѣлами. Эти изслѣдованія основаны на замѣтномъ убываніи звѣздной плотности по мѣрѣ разсмотрѣнія болѣе слабыхъ звѣздъ. Но область, охваченная изслѣдованіями Зеелигера и ограниченная радіусомъ въ нѣсколько сотенъ среднихъ разстояній звѣздъ 1-й величины, не можетъ, однако, считаться достаточной для разрѣшенія столь важнаго вопроса. Въ этой области возможно, и даже вѣроятно, существуетъ мѣстное убываніе количества звѣздъ, но только въ качествѣ частнаго явленія. Тэкеръ,

---

[1]) С. Оппенгеймъ. О распредѣленіи и движеніи неподвижныхъ звѣздъ. Перев. „Новыя идеи въ астрономіи.“ № 4, стр. 18.

напримѣръ, производя въ большой рефракторъ обсерваторіи Іеркеса подсчетъ звѣздъ до 17 величины, нашелъ приблизительно равномѣрное измѣненіе числа звѣздъ отъ 12 до 17 величины, что вовсе не по-

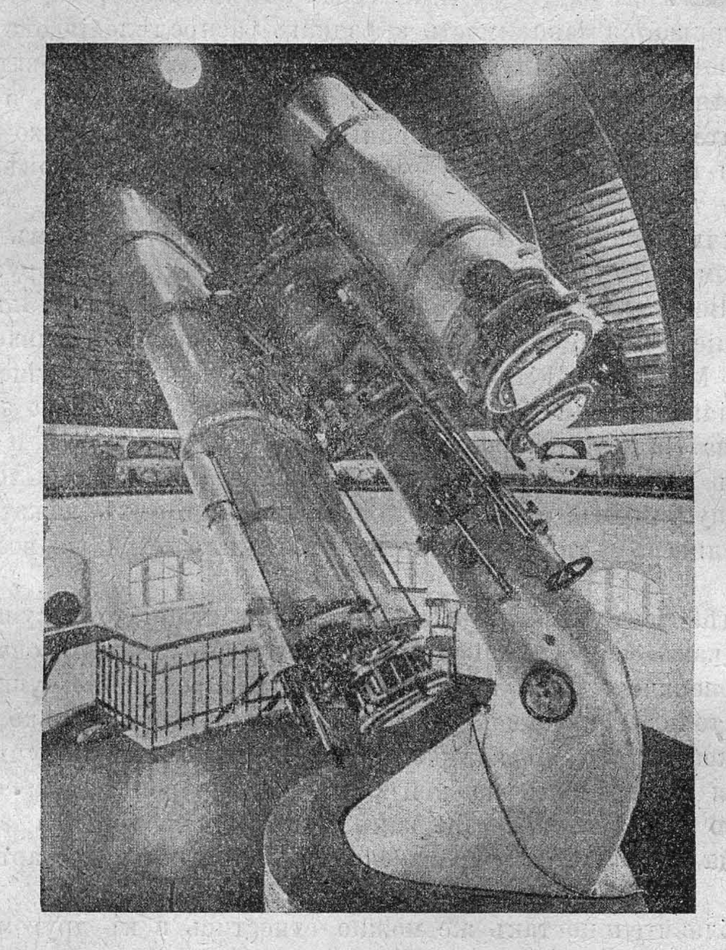


Рис. 120. Сложный астрографъ обсерваторіи въ Бергедорфѣ, близъ Гамбурга. Инструментъ состоитъ изъ пяти отдѣльныхъ телескоповъ: трехъ фотографическихъ и двухъ визуальныхъ.

казываетъ приближенія насъ къ предѣламъ звѣздной вселенной. Такіе же результаты получилъ и авторъ при долговременномъ фотографированіи областей у сѣвернаго полюса Млечнаго Пути: получались звѣзды до 16-й величины, также не обнаруживавшія признака скораго ихъ исчерпанія, по мѣрѣ уменьшенія звѣздной величины. Между тѣмъ эти промежутки пространства измѣряются нѣсколькими тысячами среднихъ разстояній звѣздъ первой величины. Чапменъ и Милоттъ на обработанныхъ въ Гринвичской обсерваторіи пластинкахъ Франклина-Адамса нашли, что увеличеніе общаго числа звѣздъ про-

стирается во всякомъ случаѣ еще далеко за предѣлы звѣздъ 17-й величины и даже за предѣлы 21-й величины, причемъ это увеличеніе, сильно выраженное въ поясѣ Млечнаго Пути, простирается на все небо, съ наименѣе быстрымъ возрастаніемъ, однако все же еще значительнымъ, въ областяхъ близкихъ къ полюсамъ. Къ подобному же выводу приводятъ и другіе подсчеты звѣздъ на фотографіяхъ съ большими и постепенно увеличивающимися временами экспозицій и особенно фотографіи отдѣльныхъ мѣстъ Млечнаго Пути, показывающія прямо необозримыя и не поддающіяся подсчету массы звѣздныхъ міровъ въ составляющихъ Млечный Путь звѣздныхъ агрегатахъ. Поэтому можно думать, что для рѣшенія, съ точки зрѣнія наблюденій и вычисленій, вопроса о конечности или безконечности звѣздной вселенной еще время не подошло, но во всякомъ случаѣ факты ни въ малѣйшей мѣрѣ не подтверждаютъ существованія тѣхъ ограниченныхъ рамокъ вселенной, которыя поставлены ей Зеелигеромъ.

Можно еще указать и на то, что Зеелигеромъ совершенно произвольно отведено мѣсто Солнцу въ центрѣ его звѣздной системы; но на этомъ вопросѣ намъ еще придется остановиться.

Необходимо упомянуть еще объ одной попыткѣ представленія общей формы Млечнаго Пути, принадлежащей голландскому астроному Истону (Easton).

Солнцу Истонъ отводитъ мѣсто нѣсколько въ сторонѣ отъ центра звѣздной системы, олицетворяемой Млечнымъ Путемъ; въ этомъ случаѣ онъ исходитъ изъ того факта, что часть Млечнаго Пути, заключающаяся въ созвѣздіи Орла, болѣе ярка, чѣмъ противоположная ей часть того же свѣтового пояса; это обстоятельство Истонъ объясняетъ нашей относительной близостью къ болѣе яркой части Млечнаго Пути.

Представляя себѣ послѣдній, какъ состоящій изъ ряда связанныхъ между собою звѣздныхъ скопленій, Истонъ дѣлаетъ также предположеніе о структурѣ и той части звѣздной системы, которая находится за предѣлами пространства, заселеннаго звѣздами, вошедшими въ боннскіе каталоги. Именно, исходя изъ аналогіи со спиральными туманностями, которыя въ такомъ изобиліи наблюдаются на небѣ, Истонъ высказываетъ мысль, что наша звѣздная система также имѣетъ форму колоссальной спирали.

Ядромъ спирали, по его мнѣнію, является сгущенная звѣздная область, расположенная въ направленіи созвѣздія Лебедя. Изъ этого сгущенія и исходятъ въ разныя стороны многія вѣтви спирали. Разныя аномаліи Млечнаго Пути, въ томъ числѣ извѣстное его раздвое-

ніе, Истонъ объясняетъ различнымъ расположеніемъ въ пространствѣ вѣтвей, допуская и нахожденіе ихъ въ разныхъ плоскостяхъ. Придуманными такимъ способомъ извивами спиральныхъ вѣтвей дѣйствительно можно объяснить разныя особенности свѣтлой зоны Млечнаго Пути (рис. 121).

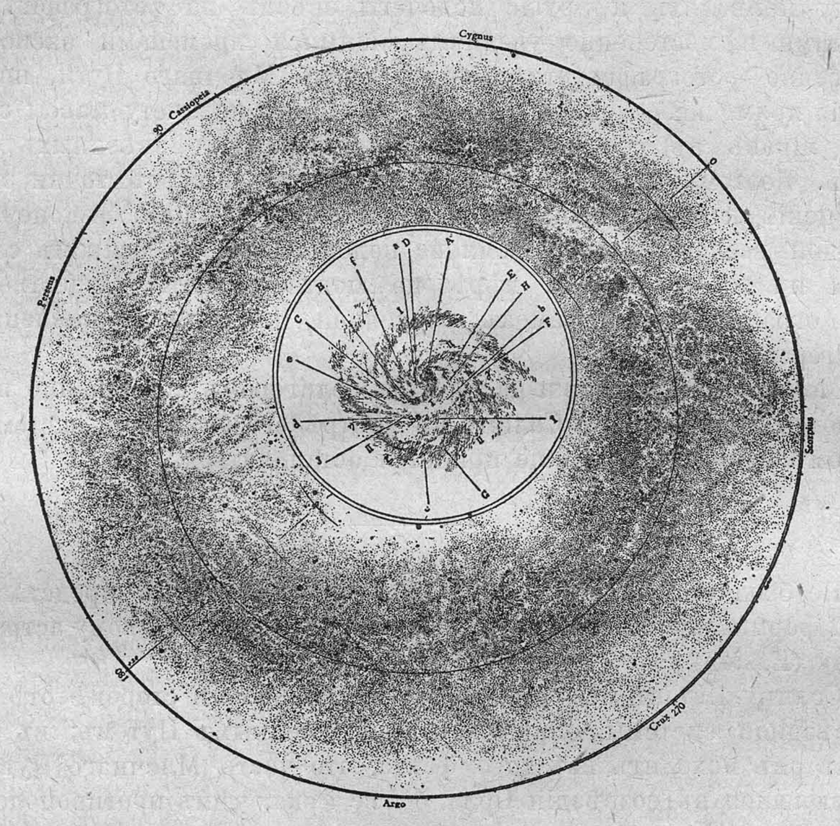


Рис. 121. Система Млечнаго пути по Истону.

Основываясь на изученіи фотографій Млечнаго Пути, Истонъ думаетъ, что нарисованная имъ схема звѣздной системы не можетъ быть существенно измѣнена дальнѣйшими наблюденіями, и что такимъ образомъ внутреннія части системы достаточно выяснены.

Идея Истона на первый взглядъ представляется довольно соблазнительной и она пріобрѣла своихъ адептовъ. Дѣйствительно, еще со временъ Дж. Гершеля допускалась возможность, что вся наша звѣздная система находится въ медленномъ вращеніи около оси, проходящей черезъ центръ тяжести системы. Такое же вращеніе было основаніе предполагать въ большихъ спиральныхъ туманностяхъ, какъ, напримѣръ, въ извѣстныхъ туманностяхъ: Андромеды, Гончихъ Собакъ, Большой Медвѣдицы и пр., и послѣднія наблюденія какъ будто обнадеживаютъ, что такое предположеніе получитъ подтвержденіе.

Если же допустить, что эти туманности являются самостоятельными звѣздными системами, аналогичными Млечному Пути, то довольно естественно предположить, что и послѣдній можетъ имѣть такую же спиральную форму.

Подтвержденіе своей идеи Истонъ усматриваетъ въ томъ, что Килеромъ обнаружено на небѣ очень большое число спиральныхъ туманностей, каковая форма, быть можетъ, является даже преобладающей въ средѣ этихъ объектовъ. При этомъ, однако, Истонъ не считаетъ всѣ подобныя спиральныя туманности за самостоятельныя звѣздныя системы, аналогичныя Млечному Пути. Онъ даже думаетъ, что большая ихъ часть—если не всѣ онѣ—входятъ въ составъ нашей галактической системы. Кромѣ того, для подтвержденія своей идеи, Истонъ апеллируетъ къ авторамъ космогоническихъ гипотезъ, полагающимъ, что форма спиральнаго вихря есть обязательная фаза въ эволюціи небеснаго тѣла.

По поводу взглядовъ Истона замѣтимъ, что они являются оригинальными по отношенію къ тѣмъ отдаленнымъ частямъ пространства, въ которыхъ никакія изслѣдованія распредѣленій звѣздъ еще не произведены и гдѣ, слѣдовательно, есть достаточный просторъ для догадокъ. Истонъ высказалъ свою догадку, что эти необслѣдованныя области построены въ формѣ колоссальной звѣздной спирали. Конечно, нельзя сказать, что такая спираль невозможна, особенно если искусственно и искусно подобранныя расположенія ея вѣтвей объяснятъ всѣ аномаліи Млечнаго Пути. Но, съ другой стороны, нельзя не указать на то, что существованіе подобныхъ вѣтвей огромной звѣздной спирали пока ничѣмъ не подтверждено. Поэтому рядомъ съ догадкой Истона на равныхъ правахъ могла бы стоять и всякая другая догадка о любой формѣ Млечнаго Пути, которую наблюденные факты не подтверждаютъ, но которой они и не противорѣчатъ.

Главнымъ аргументомъ, укрѣпляющимъ Истона въ его воззрѣніяхъ, является несомнѣнная распространенность спиральной формы въ мірѣ туманностей. Это было бы вѣскимъ аргументомъ въ томъ только случаѣ, если бы удалось доказать, или если бы были достаточныя основанія предполагать, что подобныя спиральныя туманности являются самостоятельными звѣздными системами, тождественными или хотя бы аналогичными Млечному Пути. Но, какъ уже упоминалось, ничто этого не подтверждаетъ. Не говоря даже о спорности вопроса о томъ, состоятъ ли мельчайшія частицы въ спиральныхъ туманностяхъ изъ звѣздъ или изъ гораздо болѣе мелкихъ тѣлецъ, надо отмѣтить, что и Истонъ самъ правильно указываетъ на то, что большая часть подобныхъ туманностей, если только не всѣ онѣ, входятъ

составными элементами въ систему Млечнаго Пути. Если такъ, то представляется недостаточно яснымъ, почему общая форма организма вселенной должна повторять собой форму именно этихъ своихъ составныхъ элементовъ. Почему она не можетъ повторить форму какихъ-либо другихъ элементовъ,— безразлично, будь то какой-либо другой видъ туманностей или же видъ другихъ агрегатовъ небесныхъ тѣлъ, напримѣръ, звѣздныхъ скопленій или даже отдѣльныхъ звѣздъ? И не является ли самая постановка вопроса рискованнымъ обобщеніемъ, равносильнымъ такому, напримѣръ, обобщенію, въ силу котораго армія, состоящая изъ отдѣльныхъ солдатъ, имѣющихъ туловище, голову, двѣ ноги, двѣ руки и проч., также должна имѣть форму колоссальнаго туловища съ соотвѣтственной величины головой, руками и ногами? Составныхъ элементовъ, входящихъ въ Млечный Путь, много, но Млечный Путь является организмомъ единымъ. Не естественно ли поэтому, чтобы онъ имѣлъ и свою особую форму?

Истону ставилось еще также возраженіе, что гипотеза о существовании колоссальной звѣздной спирали требуетъ и существованія въ ней соотвѣтственнаго ядра изъ сгущеннаго звѣзднаго матеріала. Въ ближайшихъ окрестностяхъ вселенной роль такого ядра, какъ на это указывалъ справедливо и Истонъ, могло бы играть большое звѣздное сгущеніе, проектирующееся на созвѣздіе Лебедя. Но подобное сгущеніе должно быть единственнымъ. Между тѣмъ, какъ мы вскорѣ узнаемъ, такое же, примѣрно, сгущеніе, начинающееся на нѣкоторомъ отдаленіи отъ насъ, видно и въ созвѣздіи Близнецовъ и др. Нѣсколько сгущеній существуетъ и на южномъ небѣ. Указанные центры сгущеній могли бы также претендовать на роль центральныхъ ядеръ, а всѣ это вмѣстѣ не можетъ согласоваться со спиральнымъ строеніемъ Млечнаго Пути.

По поводу производившихся до недавняго времени статистическихъ изслѣдованій распредѣленія звѣздъ можно было бы отмѣтить, что они отступаютъ на второй планъ по сравненію съ болѣе поздними подобными же изслѣдованіями—главнымъ образомъ потому, что первыя не были основаны на такой относительно точной фотометрической шкалѣ, какъ вторая, а затѣмъ еще и потому, что они обнимали значительно меньшую цѣпь звѣздныхъ величинъ по сравненію съ тѣмъ богатствомъ—разумѣется, также относительнымъ, — которымъ уже располагаютъ астрономы въ настоящіе дни. Тѣмъ не менѣе, эти изслѣдованія обрисовали многія безспорныя основы зданія вселенной; той же точной фотометрической шкалы, которой располагаютъ сейчасъ, и нельзя было получить безъ тщательныхъ изслѣдованій—фотографическихъ и фотометрическихъ,— производившихся въ послѣднее десятилѣтіе и немного ранѣе.

Изъ позднѣйшихъ изслѣдованій, сопровождавшихся тщательнымъ выравниваніемъ звѣздныхъ величинъ, необходимо особенно упомянуть о трудѣ Каптейна, использовавшаго матеріалы какъ астрофотографическіе, такъ и визуальные, до 14-й величины,—его результаты выражены въ шкалѣ визуальной,—и затѣмъ объ опубликованныхъ недавно подсчетахъ Чапмана и Милотта, основанныхъ преимущественно на фотографическихъ матеріалахъ (главнымъ образомъ на охватывающихъ все небо фотографіяхъ Франклина—Адамса); эти послѣдніе результаты, полные до 17-й величины, отнесены къ фотографической шкалѣ звѣздныхъ величинъ.

Общее число звѣздъ, до опредѣленной величины, полученное изъ этихъ изслѣдованій, уже было приведено (стр. 45); здѣсь же мы остановимся лишь на вопросѣ о томъ, какимъ образомъ выражается въ новѣйшихъ результатахъ такъ называемое галактическое сгущеніе,—иначе говоря, отношеніе величинъ, выражающихъ число звѣздъ на одинъ квадратный градусъ небесной сферы, соотвѣтствующихъ поясу Млечнаго Пути, къ числу звѣздъ въ областяхъ, окружающихъ его полюсы.

Въ то время какъ Каптейнъ, въ согласіи съ большинствомъ своихъ предшественниковъ, нашелъ довольно высокія цифры для выраженія этого сгущенія, свидѣтельствующія о быстромъ и прогрессивномъ увеличеніи числа слабыхъ звѣздъ въ самомъ Млечномъ Пути по сравненію съ его полюсами, Чапманъ и Милоттъ, наоборотъ, нѣсколько неожиданно нашли для этого отношенія значенія, очень мало увеличивающіяся съ ослабленіемъ яркости звѣздъ. Сопоставимъ эти результаты:

До предѣльной величины	Галактическое сгущеніе по Каптейну	по Чапм. и Мил.
6-й	2.2 : 1	2.1 : 1
14 „	11.5 : 1	3.9 : 1
17 „	45.0 : 1	4.3 : 1

Отмѣчаемый фактъ является чрезвычайно важнымъ для общихъ соображеній о распространенности нашей звѣздной вселенной: протяженію ея въ пространствѣ результаты Чапмана и Милотта, свидѣтельствующіе о признакахъ близкаго прекращенія въ увеличеніи числа слабыхъ звѣздъ, угрожаютъ поставить не особенно отдаленные предѣлы. Авторы изслѣдованія говорятъ, что отношеніе это, равное приблизительно 3 для звѣздъ до 7—8 величины, немного измѣняется для болѣе слабыхъ звѣздъ, быть можетъ, до 5 или 6, но навѣрное не приближается къ тѣмъ величинамъ отъ 20 до 100, которыя иногда предполагались.

Съ этой точки зрѣнія интересна провѣрка даннаго вопроса, произведенная Сэрсомъ (Seares) на основаніи подсчетовъ Тэрнера, обни-

мающихъ около 600 000 звѣздъ и полученныхъ астрографически по клише десяти обсерваторій, участвующихъ въ международной фотографической картѣ неба. Принимая за величину сгущенія отношеніе чиселъ звѣздъ въ равныхъ площадяхъ на галактическихъ широтахъ въ 5° и въ 80°, Сэрсъ выводитъ слѣдующую таблицу сравненія:

Источникъ	Звѣздныя величины.								
	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5
Астрограф. каталогъ	2.4	2.7	3.2	3.5	3.8	4.2	4.7	5.4	6.2
Каптейнъ	2.6	2.8	3.1	3.4	3.8	4.3	4.9	5.7	6.7
Чапм. и Мил.	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5

Хотя это сравненіе не могло идти далѣе 12.5 величины, но сразу же бросается въ глаза согласіе, хорошей точности, данныхъ астрографическаго каталога именно съ результатами Каптейна; отношенія же, найденныя Чапманомъ и Милоттомъ, начиная уже съ 7—10 величины, представляются замѣтно преуменьшенными. Такіе же въ общемъ выводы получаются и по подсчетамъ, произведеннымъ на фотографіяхъ 60-дюймовымъ рефлекторомъ въ обсерваторіи на горѣ Вильсонъ, обнимающихъ еще болѣе слабыя звѣзды, чѣмъ на снимкахъ Франклина—Адамса,—до предѣловъ 17.5 величины.

Такимъ образомъ, тотъ фактъ, что сгущеніе звѣздъ во Млечномъ Пути становится все интенсивнѣе, по мѣрѣ того, какъ берутся болѣе слабыя звѣзды, и что, во всякомъ случаѣ, съ убываніемъ яркости плотность звѣздъ возрастаетъ быстрѣе во Млечномъ Пути, не поколебленъ; это находится въ соотвѣтствіи какъ съ тѣмъ соображеніемъ, что преждевременно считать нашу звѣздную вселенную ограниченной въ своемъ протяженіи, такъ равно и съ тѣмъ, что въ массѣ яркость звѣздъ служитъ показателемъ ихъ отдаленности [1]).

---

[1]) *Прим.* Какъ уже раньше упоминалось, Каптейнъ нашелъ, что общій звѣздный свѣтъ всего неба эквивалентенъ 2384 звѣздамъ 1-й величины по Гарвардской классификаціи. Въ частности же свѣченіе звѣздъ на одинъ квадратный градусъ, выраженное въ доляхъ звѣздъ 1-й величины, показывается слѣдующей таблицей:

Галактическія зоны.	Всѣ звѣзды.	Звѣзды 15-й вел. и ярче.	Отношеніе.
—20° — +20°	0.1203	0.0508	0.422
±20 — ±40	0.0356	0.0242	0.680
±40 — ±90	0.0166	0.0147	0.886
—90 — +90	0.0578	0.0299	0.517

Изъ второго и третьяго столбцовъ видно, насколько звѣздное свѣченіе первой зоны, включающей въ себя Млечный Путь, превосходитъ болѣе отдаленныя отъ него области неба; чѣмъ ближе къ полярнымъ галактическимъ областямъ, тѣмъ большее значеніе имѣетъ свѣченіе яркихъ звѣздъ по сравненію со слабыми.

3. Изслѣдованія автора.

Въ концѣ истекшаго вѣка были составлены, какъ уже извѣстно, большіе каталоги звѣздъ южнаго неба. Изъ нихъ наибольшее значеніе имѣетъ, для разсматриваемой здѣсь цѣли, фотографическій каталогъ, составленный на основаніи снимковъ, произведенныхъ въ обсерваторіи на мысѣ Доброй Надежды, и разработанный подъ руководствомъ Каптейна. Съ опубликованіемъ послѣдняго каталога вопросъ объ изученіи строенія вселенной достигъ третьяго этапа: стало возможнымъ изслѣдовать распредѣленіе звѣздъ во всѣхъ направленіяхъ отъ Солнца на разстояніе, немного большее, чѣмъ среднее разстояніе звѣздъ 9-й величины.

Это расширеніе матеріаловъ дало поводъ автору произвести новое изслѣдованіе распредѣленія звѣздъ, болѣе детальное, чѣмъ то дѣлалось ранѣе.

Изслѣдованія, которыя принадлежатъ В. Струве, Зеелигеру и др., основаны, какъ уже извѣстно, на среднихъ выводахъ. Однако, всякое приведеніе къ среднему должно имѣть свой предѣлъ, тотъ именно, за которымъ уже маскируются типичныя черты и получается обезличенный образъ.

Зданіе вселенной тоже имѣетъ свои типичныя особенности, нѣкоторая часть которыхъ замѣтна и невооруженнымъ глазомъ въ видѣ аномалій въ структурѣ Млечнаго Пути. Сюда относятся, прежде всего, такъ называемое раздвоеніе Млечнаго Пути, затѣмъ неправильности внѣшней формы, различіе его ширины, извилины, отвѣтвленія, облакообразное строеніе, свѣтлыя пятна, темныя области въ видѣ угольныхъ мѣшковъ, каналовъ, щелей, пустотъ и прочее. При выводѣ же средней картины распредѣленія звѣздъ, всѣми этими аномаліями обыкновенно пренебрегали—и нерѣдко продолжаютъ пренебрегать,—какъ будто ихъ вовсе не существуетъ. Между тѣмъ, очевидно, что только такая картина распредѣленія звѣздъ можетъ быть болѣе или менѣе близкой къ истинѣ, которая включаетъ въ себѣ естественное объясненіе этихъ особенностей, называвшихся до сихъ поръ совершенно условно аномаліями.

То же самое должно быть сказано объ особенностяхъ и неправильностяхъ въ распредѣленіи звѣздъ, на которыя неизбѣжно наталкивался каждый изслѣдователь, какъ только онъ приступалъ къ своему дѣлу, но которыя хотя и признавались, однако также относились къ числу аномалій. И ими, просто-напросто, вовсе не занимались, такъ какъ эти особенности, если бы ихъ признать за нѣчто, достойное вниманія,—нарушали стройность рисовавшейся картины звѣздной системы.

Мы приведемъ нѣкоторыя изъ особенностей послѣдняго рода.

Джонъ Гершель, напримѣръ, указывалъ на чрезвычайное разнообразіе встрѣчавшихся имъ во Млечномъ Пути явленій:

Въ однѣхъ частяхъ этой зоны онъ находилъ значительную равномѣрность въ распредѣленіи звѣздъ на огромныхъ пространствахъ, въ другихъ же замѣчалась поразительная неправильность. Тѣсно скученныя области звѣздъ чередовались съ мѣстами сравнительно бѣдными, иногда совершенно пустыми. Встрѣчались мѣста, гдѣ въ полѣ его телескопа насчитывалось 40—50 звѣздъ, и такія, гдѣ ихъ было 400—500.

Онъ встрѣчалъ также неправильности въ соотношеніи числа яркихъ и числа слабыхъ звѣздъ. Мѣстъ безъ телескопическихъ звѣздъ вообще не было. Но въ нѣкоторыхъ областяхъ ихъ было настолько мало, что получалось впечатлѣніе, будто глазъ проникаетъ здѣсь сквозь всю толщу звѣзднаго слоя; если бы этого не было, фонъ неба долженъ бы казаться свѣтло—матовымъ, а между тѣмъ онъ представляется совершенно чернымъ.

Дж. Гершель находилъ и такія мѣста, въ которыхъ болѣе крупныя звѣзды были какъ бы разсыпаны по рою мелкихъ телескопическихъ звѣздъ; здѣсь напрашивалось предположеніе, что взоръ нашъ проникаетъ сквозь два звѣздныхъ слоя, раздѣленныхъ совершенно беззвѣзднымъ пространствомъ.

Наконецъ, въ большой части протяженія Млечнаго Пути Гершель нашелъ черный небесный фонъ, на который проектируются звѣзды; здѣсь не было ни скученныхъ очень мелкихъ звѣздъ, ни смѣшаннаго ихъ свѣта.

И другія изслѣдованія также подтверждали, что въ распредѣленіи звѣздъ вовсе нѣтъ того правильнаго убыванія отъ средней плоскости Млечнаго Пути къ его полюсамъ, которое требовалось схемами Струве, Зеелигера и др. Напримѣръ, Аргеландеръ, на основаніи разсмотрѣнія своего боннскаго каталога, нашелъ, что наименьшая звѣздная плотность находится не близъ полюса Млечнаго Пути, а въ пяти другихъ областяхъ, изъ которыхъ одна очень близка къ средней линіи Млечнаго Пути и находится отъ нея только въ 22°, въ созвѣздіи Тельца.

Фотографія, затѣмъ, показала, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, гдѣ В. Гершель подозрѣвалъ существованіе лишь туманной массы неопредѣленнаго и слабаго свѣта, оказались большія туманности, напримѣръ, извѣстная туманность „Сѣверная Америка", которая находится близъ α Лебедя, на краю очень блестящаго мѣста галактической зоны, причемъ туманность несомнѣнно составляетъ часть Млечнаго Пути.

При такихъ условіяхъ мы намѣтили изслѣдованіе распредѣленія звѣздъ, считаясь не только съ галактической широтой, но также и съ галактической долготой. Въ качествѣ матеріала, какъ уже упоминалось, послужили оба боннскихъ каталога и фотографическій каталогъ мыса Доброй Надежды, всего въ числѣ около 900 000 звѣздъ.

За основаніе изслѣдованія мы приняли все тотъ же принципъ, что видимая яркость всѣхъ звѣздъ въ среднемъ одинакова и что, слѣдовательно, величина звѣздъ вообще служитъ указателемъ ихъ разстоянія, поскольку это касается большого числа звѣздъ. Извѣстно, что приведенный принципъ является очень спорнымъ въ примѣненіи къ отдѣльнымъ звѣздамъ, но болѣе надежнымъ въ примѣненіи къ значительному ихъ числу; въ данномъ случаѣ имѣютъ мѣсто какъ разъ наиболѣе благопріятныя условія его примѣненія. Неблагопріятнымъ же факторомъ является соединеніе въ одно изслѣдованіе—быть можетъ, не сдѣланныхъ въ желательной мѣрѣ однородными—результатовъ визуальныхъ и фотографическихъ наблюденій, такъ какъ извѣстно, что оба эти рода наблюденій могутъ дать значенія величины одной и той же звѣзды, достаточно отличающіяся между собой. Наши результаты, полученые въ самомъ концѣ минувшаго вѣка, уступаютъ— и не могутъ не уступать—въ отношеніи точности фотометрической шкалы, современнымъ изслѣдованіямъ, такъ какъ возможность болѣе точного сравненія звѣздныхъ величинъ получена лишь сравнительно въ недавнее время. Однако, для тѣхъ общихъ выводовъ, которые нами получены, это обстоятельство не можетъ имѣть существеннаго значенія.

Мы рѣшили раздѣлить вселенную въ ея части, ограниченной звѣздами 9.5 величины, на отдѣльные слои и изучить распредѣленіе звѣздъ въ каждомъ изъ такихъ слоевъ порознь. Такой же приблизительно методъ примѣняется и натуралистами, когда они изслѣдуютъ подъ микроскопомъ какое-либо тѣло по отдѣльно срѣзываемымъ его частямъ.

Единственно возможнымъ было раздѣлить вселенную по слоямъ на основаніи видимыхъ звѣздныхъ величинъ. При этомъ представлялось идти однимъ изъ двухъ путей: или брать равныя между собою разности звѣздныхъ величинъ, но не равную, а постепенно возрастающую, по мѣрѣ убыванія звѣздной величины, толщину соотвѣтствующихъ имъ слоевъ, или же брать приблизительно равные между собой пространственные размѣры слоевъ, подобравши соотвѣтственнымъ образомъ разности звѣзднымъ величинъ, причемъ, естественно, эти разности должны были бы постепенно между собою сближаться. И тотъ и другой способъ повлекъ бы за собою одинаковаго характера неточности. Но такъ какъ статистическими работами Зеелигера, относящимися къ матеріаламъ, доставляемымъ бонскими каталогами, былъ облегченъ первый пріемъ, мы на немъ и остановились.

Распредѣленіе по отдѣльнымъ классамъ величинъ яркихъ звѣздъ, до 6-й величины, было обстоятельно изслѣдовано Скіапарелли; оче-

видно, не представлялось надобности въ повтореніи этой работы. Поэтому мы изслѣдовали, какимъ образомъ распредѣлены звѣзды, во-первыхъ, въ пространствѣ, ограниченномъ средними разстояніями звѣздъ 6-й величины, взявши ихъ всѣ вмѣстѣ, и затѣмъ звѣзды въ слоѣ, заключенномъ между двумя сферами, описанными радіусами, равными среднимъ разстояніямъ звѣздъ 6.1 и 6.5 звѣздной величины; потомъ въ слоѣ, между сферами съ радіусами въ 6.6 и 7.0 величинъ; отъ 7.1 до 7.5, отъ 7.6 до 8.0, отъ 8.1 до 8.5 и отъ 8.6 до 9.0.

Такимъ образомъ, были изслѣдованы, во-первыхъ, сфера, включающая въ себѣ яркія звѣзды, и затѣмъ рядъ послѣдовательныхъ сферическихъ слоевъ.

Указать въ точности, какому именно разстоянію пространства соотвѣтствуетъ каждая въ отдѣльности изъ обслѣдованныхъ его частей, очень трудно, такъ какъ весь этотъ вопросъ включаетъ въ себѣ много спорнаго и неизвѣстнаго. Напримѣръ, самыя опредѣленія звѣздныхъ величинъ во всѣхъ использованныхъ каталогахъ не свободны отъ погрѣшностей и притомъ самыхъ вредныхъ, имѣющихъ систематическій характеръ. Столь же вредно отражается соединеніе величинъ фотографическихъ съ величинами визуальными. Въ результатѣ возможно, что нѣкоторыя изъ сферъ имѣютъ мѣстныя уклоненія отъ строгой сферической формы. Но для нашей задачи, въ которой мы искали только общія черты истиннаго распредѣленія звѣздъ, не гонясь за деталями, въ настоящее время еще трудно уловимыми,—эти дефекты имѣютъ малое значеніе.

Въ качествѣ же перваго приближенія къ дѣйствительности можно принять, что сфера, включающая въ себѣ яркія звѣзды, описана радіусомъ, равнымъ 25 среднимъ разстояніямъ звѣздъ первой величины, а дальнѣйшіе сферическіе слои имѣютъ послѣдовательно ширину въ 7, 9, 11, 14, 18, 23, 29, 37 тѣхъ же единицъ длины. Погрѣшности же опредѣленія звѣздныхъ величинъ въ использованныхъ каталогахъ въ свою очередь уменьшаютъ точность приведенныхъ величинъ ширины сферическихъ слоевъ.

Какъ первая сфера, такъ равно и всѣ послѣдовательные сферическіе слои были нами разбиты каждый на 1800 отдѣльныхъ элементовъ, и въ каждомъ такомъ элементѣ была опредѣлена звѣздная плотность, т.-е. количество звѣздъ, приходящихся на одинъ квадратный градусъ. Но такъ какъ мы болѣе стремились къ установленію общихъ чертъ въ распредѣленіи звѣздъ, чѣмъ деталей каждаго отдѣльнаго элемента пространства, то мы уравняли всѣ эти звѣздныя плотности такимъ образомъ, что для каждаго элемента выводили среднее значеніе, получаемое изъ его собственной плотности и изъ плотностей всѣхъ смежныхъ элементовъ.

Числовыя таблицы не могли бы представить въ достаточно наглядной формѣ полученные результаты. Поэтому мы прибѣгли къ изображенію ихъ на серіи отдѣльныхъ картъ неба, составляющихъ въ общемъ два атласа, приложенныхъ къ нашему труду съ подробнымъ изложеніемъ этого изслѣдованія [1]). Первыя карты въ обоихъ атласахъ изображаютъ распредѣленіе звѣздъ въ первой сферѣ, т.-е. звѣздъ до 6-й величины, отдѣльно для сѣверной и для южной полусферъ; вторыя двѣ—въ первомъ сферическомъ слоѣ, т.-е. звѣздъ отъ 6.1 до 6.5 величины, также отдѣльно для сѣвернаго и южнаго неба; слѣдующія двѣ карты относятся къ второму сферическому слою (6.6—7.0 величины) и т. д. На каждой картѣ, кромѣ обычныхъ экваторіальныхъ координатъ, нанесены еще координаты галактическія, а сверхъ того, для болѣе удобной оріентировки на небѣ, показаны самыя яркія изъ звѣздъ, отмѣчающихъ контуры созвѣздій. Самыя звѣздныя плотности нанесены въ цифрахъ на площадяхъ, соотвѣтствующихъ элементамъ пространства, примѣненнымъ при этомъ изслѣдованіи. Сверхъ того, плотности звѣздъ отмѣчены на картахъ краской разнаго тона такимъ образомъ, что болѣе густой тонъ соотвѣтствуетъ наибольшей звѣздной плотности и наоборотъ. Помимо картъ, составленныхъ для отдѣльныхъ слоевъ, даны еще карты, включающія всѣ звѣзды, каталогизированныя полностью, то-есть до 9-й величины, а для южнаго неба и еще болѣе слабыя звѣзды.

По поводу примѣненнаго нами метода было высказано, между прочимъ, такое мнѣніе, что выводъ среднихъ плотностей изъ всѣхъ площадей, окружающихъ данную, можетъ маскировать на нашихъ картахъ истинный характеръ распредѣленія звѣздъ, слишкомъ уничтожая детали. Въ виду этого, для настоящей книги мы составили заново двѣ карты распредѣленія всѣхъ звѣздъ до 9-й величины съ детальнымъ обозначеніемъ оттѣнковъ звѣздной площади. Сравненіе этихъ картъ съ ранѣе помѣщенными въ нашихъ атласахъ показываетъ тождественность результатовъ, а потому указанное выше опасеніе должно отпасть.

Если мы станемъ разсматривать серіи нашихъ картъ—одну за другой,—установивши ихъ при этомъ на соотвѣтственныя взаимныя разстоянія,—то мы наглядно увидимъ способъ распредѣленія звѣздъ въ идущихъ послѣдовательно отрѣзкахъ вселенной. Совершенно равномѣрное распредѣленіе звѣздъ въ пространствѣ выразилось бы въ такомъ же равномѣрномъ распредѣленіи ихъ на каждой изъ картъ. Равномѣрность только въ ближайшихъ областяхъ пространства и неравномѣрность въ дальнѣйшихъ отразилась бы въ соотвѣтственномъ характерѣ распредѣленія на двухъ группахъ картъ. Если бы въ распредѣленіи звѣздъ оказался сгустокъ, въ формѣ, напримѣръ, какого-

[1]) W. Stratonow. Études sur la structure de l'Univers. 1900—1901. I и II.

нибудь длиннаго тѣла, то это тѣло должно бы быть пересѣчено рядомъ нашихъ сферическихъ слоевъ, и на картахъ въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ вырисовались бы отрѣзанныя части подобнаго сгустка.

Произведенное такимъ образомъ изученіе распредѣленія звѣздъ до 9-й величины съ наглядностью выясняетъ, что хотя оно и связано съ Млечнымъ Путемъ, однако лишь въ качествѣ перваго приближенія. Въ распредѣленіи окружающихъ насъ звѣздныхъ міровъ встрѣчается рядъ особенностей такого свойства, что онѣ противорѣчатъ допущенію какой-либо правильной геометрической формы въ ближайшихъ областяхъ звѣздной вселенной.

Этотъ выводъ становится совершенно очевиднымъ даже при простомъ разсмотрѣніи помѣщенной въ настоящемъ трудѣ карты распредѣленія звѣздъ до 9-й величины, воспроизводящей его безъ какихъ-либо гипотезъ и допущеній. Прерывистый и клубообразный характеръ звѣздныхъ сгущеній даже въ отдаленной степени не подходитъ ни къ типичному изображенію Зеелигеромъ нашей звѣздной системы въ видѣ эллипсоида вращенія, ни къ изображенію ея Струве въ видѣ ряда послѣдовательно убывающихъ по звѣздной плотности слоевъ—на образецъ земной атмосферы, ни, тѣмъ болѣе, къ картинамъ вселенной, которыя рисовались болѣе старыми изслѣдователями.

Чтобы не базироваться, однако, на простомъ впечатлѣніи, разсмотримъ въ нѣсколькихъ словахъ главныя изъ этихъ особенностей.

Очевидно, что если бы звѣзды были просто сгущены къ основной плоскости Млечнаго Пути, то въ каждомъ сферическомъ слоѣ, а слѣдовательно и на послѣдовательной серіи нашихъ картъ, линія наибольшаго сгущенія звѣздъ вездѣ совпадала бы со средней линіей Млечнаго Пути. Въ дѣйствительности же эти линіи нигдѣ почти не совпадаютъ, но первая изъ нихъ имѣетъ извилистый характеръ съ систематическими изгибами для цѣлыхъ серій слоевъ подъ рядъ.

При томъ же предположеніи слѣдовало бы ожидать, что звѣздная плотность въ каждомъ сферическомъ слоѣ будетъ правильно убывать въ направленіи къ полюсамъ Млечнаго Пути, гдѣ она и достигнетъ наименьшей своей величины. Въ дѣйствительности это ожиданіе оправдывается только для самыхъ слабыхъ изъ изслѣдованныхъ звѣздъ, начиная отъ 8-й или 8.5 величины. Въ другихъ же классахъ звѣздъ, болѣе яркихъ, самыя разрѣженныя мѣста вообще не совпадаютъ съ полюсами Млечнаго Пути. Особенно замѣчательно распредѣленіе звѣздъ на южномъ небѣ во 2, 3 и 4 классахъ, т.-е. отъ 6.1 до 7.5 величины. Въ указанныхъ трехъ слояхъ—и этотъ фактъ заслуживаетъ большого вниманія—звѣзды распредѣлены приблизительно равномѣрно во всѣхъ направленіяхъ. Ихъ почти такъ же много въ самомъ Млечномъ Пути, какъ и близъ его полюсовъ.

Но если крайнее разрѣженіе и не совпадаетъ съ полюсами Млечнаго Пути, все-таки хотя бы сильно разрѣженныя мѣста должны находиться въ сосѣдствѣ съ полюсами, и ихъ вовсе не должно бы быть въ самомъ Млечномъ Пути. Однако, оказывается, что предположеніе это опять оправдывается только для самыхъ слабыхъ звѣздъ, начиная отъ 8—8.5 величины. Для болѣе же яркихъ наблюдается слѣдующее: На сѣверномъ небѣ сильно разрѣжены мѣста, расположенныя вдоль небеснаго экватора. Ихъ можно найти — что является совершенной неожиданностью—даже на самомъ Млечномъ Пути, у его пересѣченія съ экваторомъ въ созвѣздіяхъ Оріона, Единорога и Малаго Пса. На южномъ небѣ сильно разрѣженныя мѣста разбросаны повсюду; они попадаются иногда и на Млечномъ Пути. Особенно бросается въ глаза сильно разрѣженная область—для болѣе яркихъ звѣздъ,—лежащая между небеснымъ экваторомъ и Млечнымъ Путемъ.

Слѣдовало, затѣмъ, ожидать, что во всѣхъ направленіяхъ отъ Млечнаго Пути къ его полюсамъ количество звѣздъ убываетъ болѣе или менѣе равномѣрно. Въ дѣйствительности это ожиданіе оправдывается сколько-нибудь удовлетворительно опять-таки для самыхъ слабыхъ звѣздъ, для болѣе же яркихъ встрѣчаются частыя аномаліи.

Чтобы не утомлять вниманія читателя, оставимъ въ сторонѣ другія подобныя же особенности; интересующихся деталями мы позволимъ себѣ отослать къ нашему оригинальному изслѣдованію. Необходимо упомянуть еще лишь о слѣдующемъ:

Извѣстное „раздвоеніе“ Млечнаго Пути вовсе не отражается на распредѣленіи звѣздъ до 9—10 величины. Этотъ фактъ твердо устанавливается и картами распредѣленія каждаго класса величинъ порознь, и картами совокупнаго ихъ распредѣленія, напримѣръ, тѣми, которыя помѣщены въ настоящей книгѣ. Впослѣдствіи мы увидимъ, что для еще болѣе слабыхъ звѣздъ вліяніе этого раздвоенія уже сказывается.

Расширенія, суженія, извилины и отвѣтвленія Млечнаго Пути вовсе не сопровождаются соотвѣтственными явленіями въ распредѣленіи звѣздъ до 9—10 величины. Подобное же несоотвѣтствіе обнаруживается и въ отношеніи къ разрывамъ сплошности Млечнаго Пути и къ „угольнымъ мѣшкамъ“.

Наконецъ, яркія мѣста, замѣтныя въ разныхъ частяхъ Млечнаго Пути и очевидно происходящія отъ сильнаго сгущенія въ этомъ направленіи слабыхъ звѣздъ, также ничѣмъ не отражаются въ распредѣленіи звѣздъ до 9 — 10 величины. Они очевидно образуются значительно болѣе слабыми звѣздами. При сопоставленіи въ области, охваченной боннскими каталогами, изъ списка ярчайшихъ мѣстъ Млечнаго Пути, составленнаго Гузо, 21 такого мѣста съ показаніями нашихъ картъ, удалось установить совпаденіе только для двухъ-трехъ изъ нихъ.

Перечисленныя особенности устанавливаютъ такимъ образомъ фактъ отдаленнаго—однако не непосредственнаго—родства въ распредѣленіи окружающихъ насъ звѣздъ съ общимъ явленіемъ Млечнаго Пути.

Мы напомнимъ теперь о томъ, что если расположить въ послѣдовательномъ порядкѣ наши сферическіе слои или воспроизводящія ихъ карты, то каждая особенность въ распредѣленіи звѣздъ—будь то ихъ сгущеніе или разрѣженіе,—если только она имѣетъ достаточное протяженіе, будетъ видима на двухъ или болѣе картахъ въ одномъ и томъ же направленіи.

И, дѣйствительно, оказалось, что вся совокупность звѣздъ до 9—10 величины разбросана въ ближайшихъ къ намъ областяхъ вселенной не случайно и не безсистемно, а распредѣлена въ нѣсколькихъ мѣстахъ пространства, гдѣ она и образуетъ сильныя звѣздныя сгущенія. Эти сгущенія и видны съ полною наглядностью въ нашихъ сферическихъ слояхъ, каждое сгущеніе—въ нѣсколькихъ подобныхъ слояхъ подъ рядъ. Конечно, можетъ случиться, что какое-нибудь изъ подобныхъ сгущеній не велико и существуетъ въ предѣлахъ только одного сферическаго слоя. Это въ особенности возможно для самыхъ слабыхъ звѣздъ, для которыхъ пришлось примѣнить слои очень большой толщины. Такое сгущеніе можетъ остаться необнаруженнымъ. Но въ ближайшихъ и среднихъ слояхъ подобный случай представляется уже маловѣроятнымъ.

Эти сгущенія, которыя видимы въ серіяхъ сферическихъ слоевъ, т.-е., другими словами, которыя уходятъ отъ насъ до извѣстной глубины пространства,—и представляютъ собою тѣ комплексы звѣздъ, на которые распадается въ изслѣдованныхъ предѣлахъ звѣздная вселенная.

Размѣры нѣкоторыхъ изъ такихъ сгущеній иногда очень велики; во всѣ же стороны отъ нихъ идетъ болѣе или менѣе правильное уменьшеніе звѣздной плотности.

По ихъ внѣшнему виду и по ихъ строенію, мы назвали эти комплексы „звѣздными облаками". Роль частицъ пара—въ облакахъ обыкновенныхъ—играютъ звѣздные міры въ звѣздныхъ облакахъ вселенной. Они имѣютъ, очевидно, тѣсное родство или даже они тождественны съ тѣми болѣе отдаленными звѣздными облаками, которыя своимъ нагроможденіемъ даютъ общую картину Млечнаго Пути.

Слѣдовательно, вселенная, въ предѣлахъ изслѣдованнаго пространства имѣетъ форму рода облаковъ. Эти облака не разбросаны, какъ попало. Они преимущественно расположены въ одной плоскости, именно въ средней плоскости Млечнаго Пути. Размѣры ихъ различны. Иногда они соприкасаются, иногда отдѣлены сравнительно пустыми промежутками.

Похожую на это картину можно видѣть и на небѣ, въ формѣ пелены волокнистыхъ облаковъ, или еще лучше въ горахъ, гдѣ надъ долинами и ущельями поднимается иногда почти горизонтальный слой

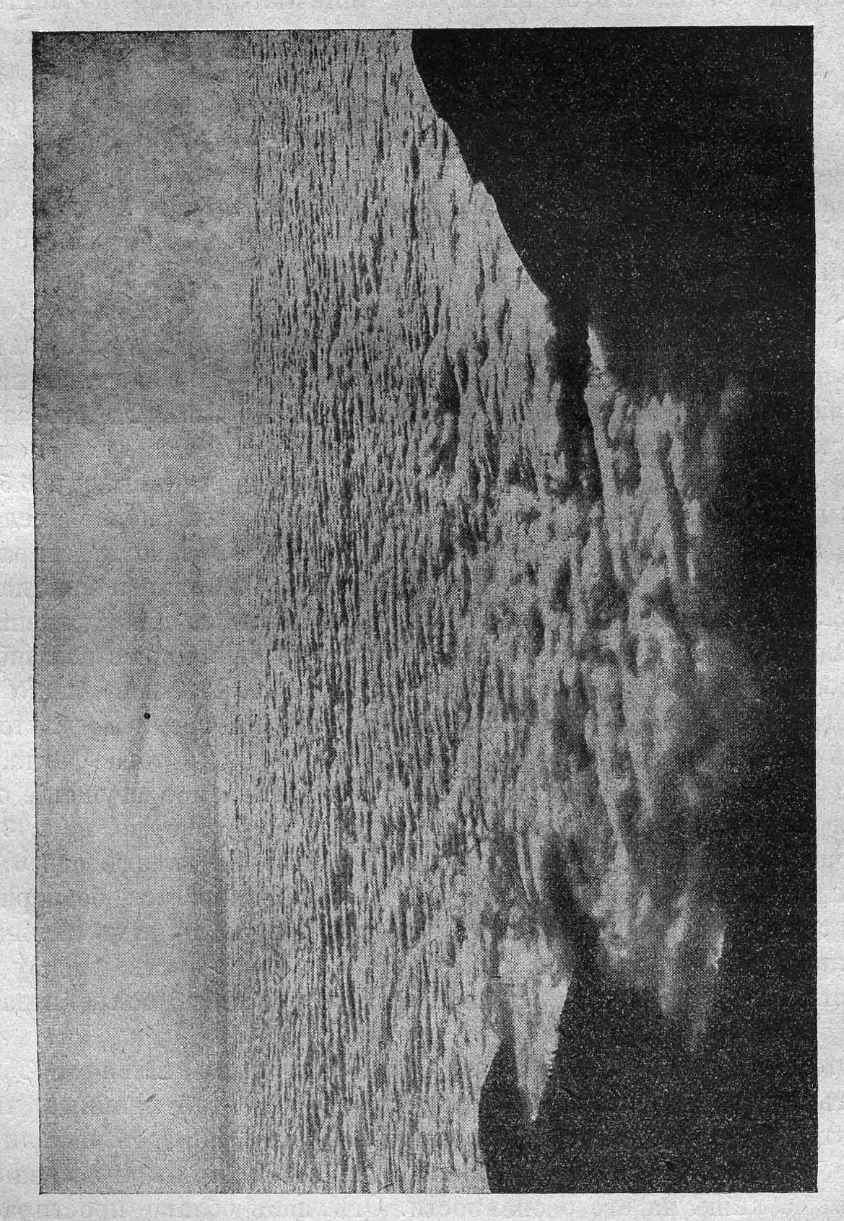


Рис. 122. Слой облаковъ, сфотографированныхъ въ обсерваторіи на горѣ Вильсонъ.

густыхъ облачныхъ клубовъ. На приложенной иллюстраціи (рис. 122) сфотографированы облака, напоминающія своей совокупностью пелену звѣздныхъ облаковъ, составляющихъ Млечный Путь.

Мы имѣемъ возможность ознакомиться нѣсколько подробнѣе съ ближайшими изъ окружающихъ насъ облаковъ.

На сѣверномъ небѣ преобладаетъ одно очень большое облако. Оно почти совпадаетъ съ плоскостью Млечнаго Пути,—но лишь немного къ нему наклонено. Центральная часть этого облака, которое мы назовемъ первымъ, или главнымъ, занимаетъ созвѣздіе Лебедя, но оно захватываетъ также созвѣздія Цефея, Лиры, Лисички и Стрѣлы. Ясные контуры перваго облака намѣчаются уже въ распредѣленіи звѣздъ, начиная отъ пятой величины. Вполнѣ же опредѣленными его контуры на сѣверномъ небѣ становятся для звѣздъ 7-й величины, послѣ чего очертанія облака остаются почти неизмѣнными до разстояній звѣздъ 9-10 величины.

На сѣверномъ полушаріи первое облако захватываетъ все окружающее насъ пространство, примѣрно до среднихъ разстояній звѣздъ 6.5 величины. Въ слояхъ же, начиная отъ 6.6—7.0 величины видны разрѣженныя мѣста вокругъ перваго облака. По этому можно заключить, что вблизи насъ ширина перваго облака составляетъ приблизительно въ два раза больше, чѣмъ среднее разстояніе звѣздъ 6.5 величины или около 60—70 среднихъ разстояній звѣздъ первой величины [1]). Такимъ образомъ, въ сѣверномъ небѣ это облако простирается во всю длину изслѣдованнаго пространства и очевидно и еще далѣе, но насколько именно—мы не имѣемъ пока данныхъ для сужденія.

Однако, совершенно иначе обстоитъ дѣло въ южномъ полушаріи. Въ пространствѣ, идущемъ отъ насъ къ югу, это главное облако простирается очень недалеко—не болѣе, какъ на среднее разстояніе звѣздъ 6—6.5 величины. Это обнаруживается изъ того факта, что только для звѣздъ до 6-й величины разсматриваемое сгущеніе отражается въ распредѣленіи звѣздъ южнаго неба. Далѣе же, во 2, 3 и 4 сферическихъ слояхъ, т.-е. на среднемъ разстояніи звѣздъ отъ 6.1 до 7.5 величины, въ распредѣленіи звѣздъ обнаруживается безпорядочность, свидѣтельствующая о томъ, что звѣзды указанныхъ величинъ на южномъ небѣ занимаютъ промежуточное пространство между оконечностью перваго облака и началомъ слѣдующихъ, болѣе отдаленныхъ, облаковъ.

Отсюда вытекаетъ, что наше Солнце, а слѣдовательно и Земля, входятъ въ составъ перваго облака, которое по этой причинѣ, чисто субъективной, мы и назвали главнымъ. Мы съ Солнцемъ находимся, однако, не въ центрѣ этого облака и не гдѣ-либо въ его среднихъ частяхъ, а лишь на его оконечности. Отъ насъ облако простирается

---

[1]) *Прим.* Въ одномъ изъ изданій Newcomb—Engelmanns Populäre Astronomie вкралась опечатка: ширина нашего главнаго облака вблизи Солнца оцѣнена въ двойное разстояніе звѣздъ 9.5 вел., вмѣсто 6.5 вел. Эта досадная опечатка повторяется въ названной книгѣ отъ изданія къ изданію, а отсюда иногда съ тою же ошибкой перепечатывается и въ другихъ астрономическихъ книгахъ.

въ южное небо приблизительно на 30—40 среднихъ разстояній звѣздъ 1-й величины. Въ сѣверное же небо оно простирается отъ насъ на разстояніе, по меньшей мѣрѣ въ десять разъ большее.

Такимъ образомъ, выясняется слѣдующимъ образомъ наше мѣстонахожденіе въ звѣздной системѣ. Мы пріютились на окраинѣ одного изъ заурядныхъ и многочисленныхъ звѣздныхъ облаковъ, составляющихъ своею совокупностью систему Млечнаго Пути. И притомъ—въ облакѣ, не имѣющемъ никакихъ правъ на привилегированное положеніе по своей роли въ звѣздной вселенной. Этотъ взглядъ, конечно, расходится съ воззрѣніемъ на какую-то исключительную по мѣстоположенію роль Солнца во вселенной. Мы говорили, что еще даже Зеелигеръ приписываетъ Солнцу центральное положеніе въ представляющейся ему вселенной въ формѣ эллипсоида.

Но дѣло въ томъ, что по мѣрѣ эволюціи нашихъ знаній о звѣздной вселенной, нашему міру приходится отводить все болѣе и болѣе скромную роль. Было время, когда люди считали Землю центромъ вселенной. Этотъ взглядъ въ средніе вѣка уступилъ мѣсто другому, будто роль центра вселенной принадлежитъ Солнцу, а не Землѣ. Впослѣдствіи выяснилось что Солнце такая же звѣзда, какъ и всѣ остальныя. Съ тѣхъ поръ уже не было основаній приписывать ей центральную роль, но привычка къ этому, какъ оказывается, еще слишкомъ сильна. Однако, отъ этой привычки слѣдуетъ основательно отстать.

Наши изслѣдованія отводятъ Солнцу мѣсто, лишенное какихъ бы то ни было намековъ на привилегированность во вселенной.

Кромѣ главнаго облака, обозначеннаго на нашихъ картахъ буквой А, существуетъ вблизи насъ еще нѣсколько другихъ. Такъ, прежде всего, очень близко отъ перваго облака и почти соприкасаясь съ нимъ на границахъ, вырисовывается второе, сосѣднее намъ звѣздное облако, обозначенное на нашей картѣ буквой В. Оно зарождается на среднихъ разстояніяхъ звѣздъ 6.6—7.0 величины и простирается до среднихъ разстояній звѣздъ 8.5 величины. Его размѣры опредѣляются приблизительно 60 разстояніями звѣздъ 1-й величины. Облако видно въ направленіи созвѣздія Возничаго, но возрастаніе плотности вокругъ него замѣчается въ широкомъ районѣ. Оно менѣе густо и беднѣе звѣздами, чѣмъ первое облако, но оно интересно тѣмъ, что въ обслѣдованномъ пространствѣ заключено цѣликомъ: здѣсь можно видѣть и его начало и его конецъ.

Затѣмъ, частью на сѣверномъ, а частью на южномъ небѣ видно большое звѣздное облако, расположенное въ направленіи созвѣздій Близнецовъ, Малаго Пса, Единорога и Большого Пса. Въ ближайшихъ къ намъ сферческихъ слояхъ, въ указанномъ направленіи, не

только не видно сгущенія, но, наоборотъ, здѣсь обнаруживается даже сравнительная разрѣженность звѣздъ. Возникновеніе этого облака, которое мы отмѣтили буквой E, обрисовывается, начиная отъ звѣздъ 7.6—8.0 величины. Затѣмъ облако расширяется очень быстро, захватывая большое пространство на небѣ. Оно проходитъ черезъ всѣ изслѣдованные слои до звѣздъ 9.5—10 величины, но, очевидно, простирается и еще дальше.

Мы не будемъ столь же подробно разсматривать облака, обнаруженныя нами на южномъ небѣ, тѣмъ болѣе, что, какъ уже указывалось, соединеніе въ одно общее цѣлое звѣздныхъ величинъ, опредѣленныхъ визуально и фотографически, не свободно отъ существенныхъ дефектовъ. Замѣтимъ лишь, что два облака этого неба (C и D) распознаются отъ среднихъ разстояній звѣздъ 6.5—7.0 величины,—это ближайшіе сосѣди во вселенной для нашего главнаго облака. Затѣмъ одно облако начинается отъ средняго разстоянія звѣздъ 7.5—8.0 величины и еще три—всѣ на южномъ небѣ—отъ среднихъ разстояній звѣздъ 8-й величины. Другихъ звѣздныхъ облаковъ, кромѣ перечисленныхъ, въ изслѣдованномъ нами пространствѣ вселенной обнаружить мы не могли. Въ частности надо отмѣтить, что точность всего опредѣленія облаковъ на южномъ небѣ меньше, чѣмъ на сѣверномъ, потому что фотографическія опредѣленія звѣздныхъ величинъ уступаютъ по точности опредѣленіямъ визуальнымъ.

Такъ какъ на сѣверномъ небѣ господствуетъ первое облако, которое выходитъ за рамки обслѣдованнаго нами пространства, то очевидно, что, въ предѣлахъ послѣдняго, сосѣднія звѣздныя облака окружаютъ насъ не по полному кругу, а по дугѣ. Эта дуга тянется приблизительно вдоль Млечнаго Пути отъ созвѣздія Кассіопеи черезъ все южное небо до созвѣздія Орла. Вмѣстѣ съ тѣмъ, понятно, почему въ сѣверномъ полушаріи значительно меньше звѣздныхъ облаковъ, чѣмъ въ южномъ: сѣверное звѣздное небо преимущественно занято первымъ облакомъ, въ южномъ же небѣ, куда оно простирается лишь небольшой своей частью, наблюдается цѣлая цѣпь другихъ звѣздныхъ облаковъ.

Всѣ эти облака расположены, однако, не строго въ одной плоскости, а одни находятся выше, другія ниже. Именно такъ и должно быть, если облачный слой занимаетъ значительную ширину. Отсюда и происходитъ отмѣченная уже раньше особенность — несовпаденіе средней линіи наибольшей густоты звѣздъ со срединой полосы Млечнаго Пути. Эта же неправильность въ распредѣленіи облаковъ производитъ и другую особенность—ту именно, что звѣзды не одинаково возрастаютъ и убываютъ при одинаковомъ ихъ угловомъ удаленіи отъ Млечнаго Пути.

Но если взять всю совокупность этихъ облаковъ—до самыхъ слабыхъ звѣздъ, доступныхъ современнымъ наблюденіямъ—то они пред-

ставятъ видъ звѣзднаго слоя, средина котораго совпадаетъ съ галактическимъ экваторомъ.

Слѣдуетъ еще отмѣтить и то, что главное облако, благодаря своимъ размѣрамъ, заслоняетъ отчасти намъ то мѣсто неба, которое соотвѣтствуетъ сѣверному полюсу Млечнаго Пути. Поэтому оно и маскируетъ, въ извѣстной степени, существующее тамъ разрѣженіе звѣздныхъ міровъ. Если брать наши болѣе отдаленные сферическіе слои пространства, описанные все возрастающими радіусами, то въ нихъ маскирующее вліяніе главнаго облака, какъ понятно, уменьшается. Поэтому-то указанныя раньше аномаліи и существуютъ преимущественно для звѣздъ до 8-й величины. На отдаленныхъ же пространствахъ, гдѣ, вмѣстѣ съ тѣмъ, были взяты и болѣе широкіе сферическіе слои, вліяніе частностей уменьшается, а истинныя черты распредѣленія звѣздъ становятся болѣе видимыми.

Французскій астрономъ Пюизе по поводу обнаруживающихся на нашихъ картахъ зарожденія, развитія и исчезновенія нѣкоторыхъ звѣздныхъ облаковъ, полагаетъ, что самая возможность наблюденія подобныхъ явленій доказываетъ, что въ большинствѣ случаевъ дѣйствительно существуетъ соотношеніе между яркостью звѣзды и ея разстояніемъ. Это обстоятельство, по его мнѣнію, оправдываетъ правильность зондировки пространства посредствомъ опредѣленія звѣздныхъ величинъ.

Разсмотрѣнныя выше соображенія разъясняютъ всѣ извѣстныя до сихъ поръ аномаліи и особенности въ распредѣленіи звѣздъ обслѣдованнаго нами пространства. Теперь необходимо разсмотрѣть, въ какой степени они объясняютъ аномаліи въ распредѣленіи звѣздъ во Млечномъ Пути, а равно и особенности внѣшняго строенія этой свѣтлой полосы.

Неправильность внѣшней формы Млечнаго Пути, различная его ширина, извилины, отвѣтвленія и отростки, облакообразное строеніе и особенно свѣтлыя мѣста — всѣ эти явленія совершенно легко объясняются, если допустить, что Млечный Путь имѣетъ то же облачное строеніе, которое представляютъ ближайшія къ намъ части звѣздной вселенной и которое также видно какъ на его фотографіяхъ, такъ и непосредственно на небѣ. Разнообразіе формъ и величины звѣздныхъ облаковъ и разбросанность ихъ въ общемъ облачномъ слоѣ могутъ и должны производить всѣ эти особенности.

Далѣе, темныя области, угольные мѣшки, каналы, щели, пустоты и пр., какъ уже указывалось, могутъ отчасти вызываться присутствіемъ въ этихъ областяхъ Млечнаго Пути массъ поглощающей матеріи въ видѣ несвѣтящихся или слишкомъ слабо свѣтящихся туманностей. Съ другой же стороны, всѣ подобныя явленія могутъ быть

разсматриваемы, какъ прогалины и пустыя мѣста между облаками. Если взглянуть на небо, когда оно покрыто слоистыми облаками, то можно видѣть совершенно тождественнаго характера прогалины и щели разнообразнѣйшихъ очертаній, за которыми виднѣется небесная синева. Если же сквозь прогалины между звѣздными облаками просвѣчиваютъ такія же облака, но болѣе отдаленныя, то какъ разъ и должно получиться на днѣ подобнаго отверстія слегка свѣтящійся фонъ или очень мелкія звѣздочки, что, какъ извѣстно, нерѣдко и наблюдается въ дѣйствительности.



Рис. 123. Часть Млечнаго Пути (звѣздное облако) въ созвѣздіи Цефея.

Для частичнаго освѣщенія этого вопроса мы сфотографировали центръ угольнаго мѣшка въ созвѣздіи Лебедя, съ такой экспозиціей, при которой получались звѣзды до 14-й величины. Мы нашли на днѣ этого мѣшка очень мало яркихъ звѣздъ до 11-й величины; отъ 11-й до 13-й число ихъ увеличивалось, а звѣздъ 13—14 величины мы насчитали уже 63 на одинъ квадратный градусъ пространства. Такимъ образомъ видно, что угольный мѣшокъ въ Лебедѣ очень бѣденъ звѣздами, но не беззвѣзденъ, и число послѣднихъ возрастаетъ для очень слабыхъ величинъ.

И при разсмотрѣніи этого угольнаго мѣшка невооруженнымъ глазомъ, но съ острымъ зрѣніемъ и въ совершенно чистую ночь, легко удается видѣть, что здѣсь явно существуетъ прогалина между

четырьмя звѣздными облаками: два изъ нихъ находятся около Денеба, два же другихъ западнѣе—одно лежитъ на главной полосѣ Млечнаго Пути, а второе на его вѣтви. Это послѣднее есть то самое расплывчатое облако, которое вслѣдъ за Цефеевымъ облакомъ, начинаетъ собою „раздвоеніе“ Млечнаго Пути.

Теперь остается сказать о самой важной изъ подобныхъ аномалій—о такъ называемомъ раздвоеніи Млечнаго Пути, выражающемся въ существованіи боковой его „вѣтви“ отъ созвѣздія Лебедя, черезъ Лиру къ Змѣеносцу и далѣе въ южное небо, со значительнымъ перерывомъ до созвѣздія Скорпіона.

Давно уже авторъ высказывалъ мнѣніе, что раздвоеніе Млечнаго Пути есть явленіе только кажущееся, а не дѣйствительный изломъ вселенной [1]). Въ самомъ дѣлѣ, если предположить, что мы, находясь на оконечности нашего главнаго облака, видимъ просвѣтъ—пустое мѣсто—между нѣсколькими сосѣдними облаками, то намъ и представится, будто существуетъ боковая цѣпь облаковъ, могущая, при ограниченной дальности нашего зрѣнія, быть истолкованной, какъ раздвоеніе всей звѣздной системы.

Подтвержденіе этому соображенію мы видѣли и въ томъ, что, какъ указывалось, въ изслѣдованной и другими и нами области вселенной до среднихъ разстояній звѣздъ 9—10 величины, никакого намека на раздвоеніе звѣздной системы не оказалось. Равнымъ образомъ, противъ идеи объ ея раздвоеніи говорили наблюденія нѣкоторыхъ астрономовъ, напримѣръ, Гульда,—о видимости имъ между двумя вѣтвями слабо свѣтящагося фона, т.-е. массы отдаленныхъ звѣздъ; между тѣмъ, это было бы совершенно невозможно, если бы между вѣтвями Млечнаго Пути была пустота, какъ того требовало предположеніе о расщепленіи звѣздной системы.

Чтобы разъяснить обстоятельнѣе вопросъ о томъ, дѣйствительно ли Млечный Путь раздваивается, имѣя вторую вѣтвь такого же строенія, какъ и первая, или же мы видимъ только нѣсколько отдѣльныхъ звѣздныхъ облаковъ, представляющихся именно намъ, случайно, нѣсколько въ сторонѣ отъ общаго ихъ расположенія, мы предприняли детальное фотографическое обслѣдованіе доступной нашимъ наблюденіямъ части вѣтви посредствомъ ряда зондировокъ глубинъ пространства.

Какъ извѣстно, вся южная часть вѣтви, начиная отъ склоненія -20^0 до ея возсоединенія на южномъ небѣ съ Млечнымъ Путемъ, имѣетъ настолько ясно выраженный облачный характеръ, что ника-

---

[1]) В. В. Стратоновъ. Къ вопросу о строеніи вселенной. Изв. Русск. Астр. О-ва, 1905 г., стр. 117.

кого дальнѣйшаго освѣщенія разсматриваемаго вопроса относительно этой части вѣтви галактической зоны и не требовалось. Сѣвернѣе, на протяженіи около 10°, существуетъ полный перерывъ въ непрерывности ленты Млечнаго Пути. Остальная вѣтвь, отъ склоненія—10° до созвѣздія Лебедя, и подлежала изслѣдованію.

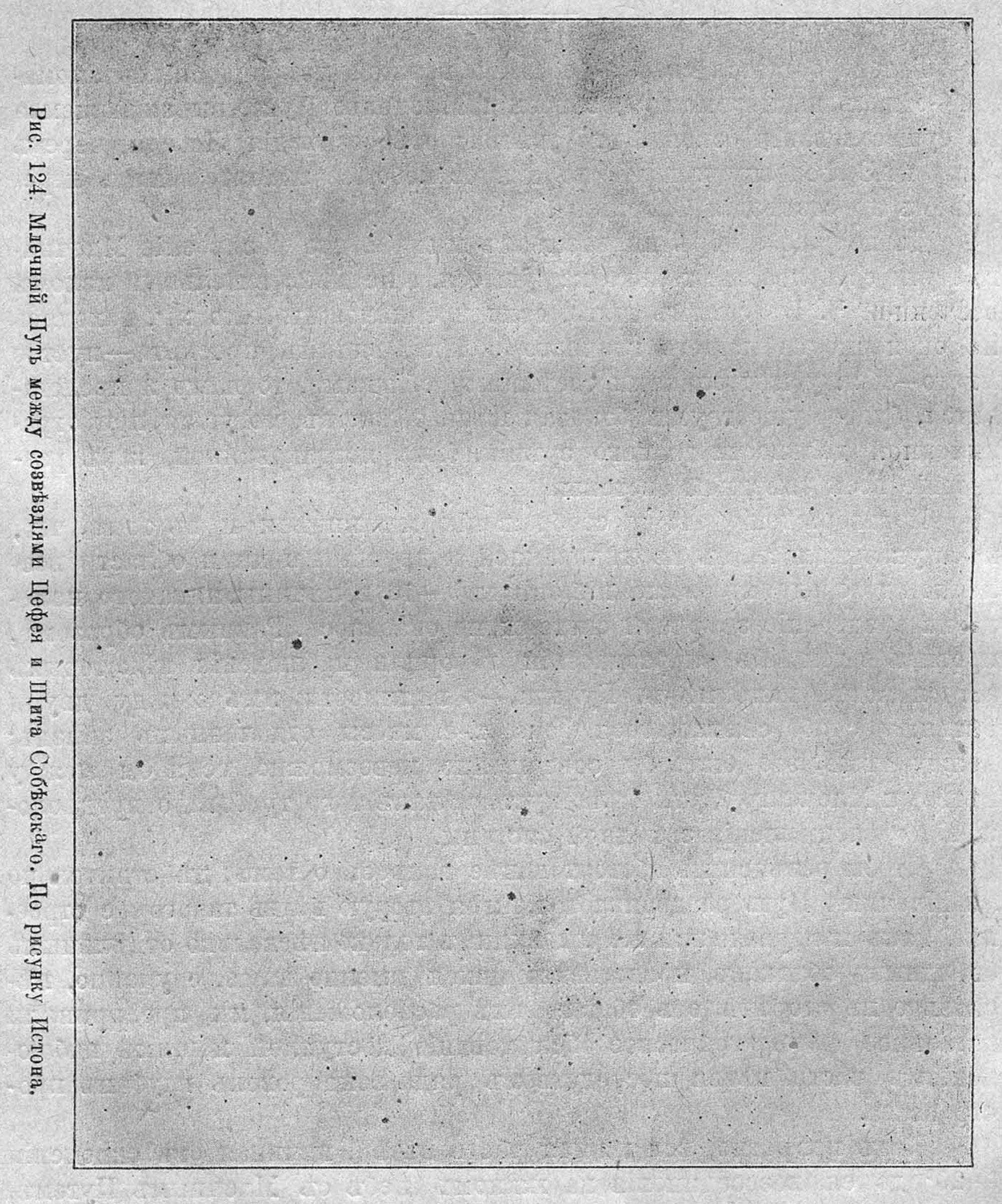


Рис. 124. Млечный Путь между созвѣздіями Цефея и Щита Собѣсскаго. По рисунку Истона.

Намъ уже приходилось упоминать, что въ этой части вѣтви лично мы просто глазомъ всегда различали главнымъ образомъ двѣ отдѣльныя большія звѣздныя массы, раздѣленныя между собою болѣе темнымъ промежуткомъ, которыя собственно и образуютъ видимое на сѣ-

верномъ полушаріи раздвоеніе. Конечно, эти массы не должны быть непремѣнно двумя изолированными звѣздными облаками. Возможно и даже вѣроятно, что въ каждой изъ нихъ сливаются по два или болѣе отдѣльнымъ облака, но это не мѣняетъ существа дѣла.

Итакъ, если дѣйствительно существуетъ боковая вѣтвь Млечнаго Пути, то ясно, что число звѣздъ разныхъ величинъ будетъ тѣмъ больше, чѣмъ ближе находится изслѣдуемое мѣсто отъ средней линіи боковой вѣтви, и наибольшее число звѣздъ должно бы оказываться на этой средней линіи—въ полномъ соотвѣтствіи съ тѣмъ, что наблюдается и на средней линіи главной полосы Млечнаго Пути. Слѣдовательно, очень большое число звѣздъ должно находиться и посрединѣ, между двумя отмѣченными выше большими облачными массами, и на ихъ оконечностяхъ, такъ какъ всѣ эти мѣста лежатъ на средней линіи вѣтви, и во всякомъ случаѣ количество звѣздъ должно быть здѣсь больше, чѣмъ гдѣ-либо внѣ Млечнаго Пути,—между прочимъ и въ пустомъ пространствѣ между вѣтвями.

Если же, наоборотъ, вѣтвь не есть реальное раздвоеніе звѣздной системы, а является просто случайно расположенными двумя звѣздно-облачными массами, то вышеуказаннаго преобладанія звѣздной плотности можетъ и не быть. Иначе говоря, на средней линіи боковой вѣтви можетъ оказаться не больше, или даже меньше, звѣздъ, чѣмъ совершенно внѣ Млечнаго Пути.

Мы сфотографировали цѣлый рядъ участковъ неба, расположенныхъ какъ вдоль оси этой боковой вѣтви, такъ и по обѣ ея стороны: въ одну сторону, въ срединѣ между вѣтвями, и въ другую—внѣ Млечнаго Пути. На нашихъ фотографіяхъ получились звѣзды до 14-й величины, т.-е. такія же или немного меньшія, чѣмъ при черпкахъ Гершелей. На этихъ фотографіяхъ были произведены подсчеты числа звѣздъ разныхъ величинъ и опредѣлена для всѣхъ классовъ величинъ, на каждомъ участкѣ, звѣздная плотность, т.-е. количество звѣздъ, приходящихся на одинъ квадратный градусъ [1]).

Результаты доказали дѣйствительное существованіе на вѣтви двухъ звѣздныхъ сгущеній, точно совпадающихъ съ двумя нашими облачными массами. Что же касается промежутковъ между облаками, а также и участковъ на обоихъ ихъ концахъ, расположенныхъ вдоль средней линіи вѣтви, то оказалось, что количество звѣздъ на нихъ не только не больше, но вообще меньше, чѣмъ въ кажущемся пустымъ пространствѣ между двумя вѣтвями Млечнаго Пути, и это явленіе—общее для всѣхъ классовъ величинъ изслѣдованныхъ нами звѣздъ. Въ такихъ мѣстахъ на средней линіи вѣтви звѣздная площадь даже меньше, чѣмъ на участкахъ, ограничивающихъ облачныя массы съ наружной стороны вѣтви.

---

[1]) *Прим.* Детали—въ статьѣ автора „Къ вопросу о строеніи вселенной". Изв. Русск. Астр. О-ва, 1905 г.

Въ опубликованныхъ недавно подсчетахъ Чапмана и Милотта также можно почерпнуть нѣкоторыя данныя по вопросу о раздвоеніи Млечнаго Пути, но распространенныя на гораздо большіе предѣлы,— до среднихъ разстояній звѣздъ 17-й величины. Именно, на главной полосѣ находятся три сфотографированныя области и по стольку же ихъ встрѣчается какъ въ промежуткѣ между вѣтвями, такъ и на боковой вѣтви [1]). Оказывается, что, въ среднемъ, на одинъ квадратный градусъ небесной сферы приходится звѣздъ до 17-й фотографической вел.:

На главной полосѣ Млечнаго Пути 6080
Въ „пустомъ" пространствѣ между вѣтвями . . . 2830
На боковой „вѣтви" Млечнаго Пути 2150

Въ частности же, въ „пустой" области между вѣтвями есть одно мѣсто (№ 86, съ центромъ $\alpha = 18^{ч.}$, $\delta = -15^{0}$), гдѣ число звѣздъ до 17-й величины на одинъ квадратный градусъ доходитъ до 3750.

Очевидно, что, въ случаѣ реальности раздвоенія, въ пустомъ пространствѣ между вѣтвями должно бы и здѣсь обнаружиться очень мало такихъ слабыхъ звѣздъ, и во всякомъ случаѣ меньше, чѣмъ на боковой вѣтви. Въ дѣйствительности же между вѣтвями ихъ оказалось больше, чѣмъ на боковой вѣтви, при чемъ наблюдается довольно правильное уменьшеніе звѣздной плотности въ направленіи отъ главной полосы, черезъ промежуточное пространство и затѣмъ черезъ боковую вѣтвь. Такъ именно и должно быть, въ случаѣ правильности нашего утвержденія объ иллюзорности раздвоенія звѣздной системы.

Такимъ образомъ, устанавливается, что раздвоенія звѣздной системы, олицетворяемаго боковой вѣтвью Млечнаго Пути, вовсе не существуетъ, а существуетъ лишь цѣпь изъ нѣсколькихъ облаковъ, со значительнымъ между ними перерывомъ, образующихъ оптическій эффектъ боковой его вѣтви, но на самомъ дѣлѣ входящихъ въ одинъ общій звѣздно-облачный слой, составляющій феноменъ Млечнаго Пути.

Поясним высказанныя нами мысли еще слѣдующимъ примѣромъ. Вообразимъ себѣ, что армія солдатъ выстроилась для прохожденія церемоніальнымъ маршемъ. На солдата, стоящаго близко къ краю въ одной изъ шеренгъ, взобрался муравей. Припишемъ этому муравью зоркость зрѣнія не болѣе нѣсколькихъ футъ. Какое представленіе сможетъ такой муравей составить объ арміи? Онъ увидитъ во всѣ стороны вокругъ себя все увеличивающееся число солдатъ; въ направленіи же края онъ увидитъ просвѣтъ между концомъ своей шеренги съ одной стороны и солдатами слѣдующей шеренги—съ другой. Этотъ просвѣтъ вызоветъ въ немъ ту же оптическую иллюзію, съ

[1]) *Прим.* 1—№№ 62, 111, 136; 2—№№ 86, 135, 160; 3—№№ 110, 150, 179.

какой имѣемъ дѣло въ звѣздной системѣ и мы. Именно, онъ представитъ себѣ армію въ видѣ окружающаго его и все сгущающагося кольца всего въ нѣсколько футъ радіусомъ, и съ расщепленіемъ кольца въ одномъ направленіи на двѣ части — въ сторону конца шеренги. [1])

Говорить о предѣлахъ слоя облаковъ, составляющаго Млечный Путь, конечно, не представляется возможнымъ. Обсужденіе вопроса о томъ, возможно ли вообще безконечное протяженіе конечныхъ предметовъ, для нашей задачи практическаго значенія не имѣетъ. Приходится констатировать лишь тотъ фактъ, что, вопреки взглядамъ нѣкоторыхъ астрономовъ, никакихъ реальныхъ доказательствъ существованія признаковъ уменьшенія рамокъ вселенной въ направленіи длины системы вовсе еще не обнаруживается.

Кажется, что существуетъ больше надежды достичь предѣловъ звѣздной вселенной въ томъ направленіи, въ которомъ эта система имѣютъ наименьшее протяженіе, т.-е. въ направленіи полюсовъ Млечнаго Пути. Въ свое время поисками этихъ предѣловъ занимался, но безъ успѣха, В. Гершель. Мы надѣялись, что при современныхъ средствахъ наблюденія, когда возможно проникнуть значительно глубже въ пространство, чѣмъ это могъ сдѣлать Гершель, такая попытка и не оказалась бы безрезультатной. Съ этой цѣлью авторъ приступилъ къ систематическому фотографированію сѣверной полярной области Млечнаго Пути при посредствѣ 13-дюймоваго фотографическаго рефрактора, постепенно увеличивая экспозицію. Можно было надѣяться, если не достичь предѣловъ толщины Млечнаго Пути, то быть отъ нихъ не очень далеко. Это должно было бы выразиться въ томъ, что на фотограммахъ одной и той же полярной области Млечнаго Пути, съ увеличеніемъ времени экспозиціи, число звѣздъ либо вовсе не увеличивалось бы, либо увеличивалось бы очень медленно по сравненію со снимками меньшихъ позъ той же области.

Къ сожалѣнію, намъ удалось выполнить только небольшую часть этой программы и довести фотографіи сѣверной полярной области Млечнаго Пути, начиная отъ экспозиціи въ 20 минутъ, только до одиннадцати часовъ. При послѣдней позѣ мы получили звѣзды 16-й

---

[1]) *Прим.* По поводу этого „раздвоенія" еще одинъ разъ замѣтимъ, что начало его, по нашимъ наблюденіямъ, неправильно относятъ къ созвѣздію Лебедя. Развѣтвленіе или, точнѣе, отвѣтвленіе начинается много сѣвернѣе, именно отъ созв. Цефея. Въ этомъ созвѣздіи лежитъ первое звѣздное облако, которое обыкновенно принимаютъ за отростокъ Млечнаго Пути, направленный къ Полярной звѣздѣ. Послѣ него на оси вѣтви лежитъ еще другое очень слабое и, вѣроятно, въ дѣйствительности очень отдаленное расплывчатое облако. Затѣмъ уже, отъ созвѣздія Лебедя, идутъ тѣ два большихъ облака, о которыхъ выше шла рѣчь.

Такимъ образомъ, разсмотрѣнныя четыре облака своею цѣпью и составляютъ всю сѣверную часть вѣтви Млечнаго Пути.

величины, т.-е. на двѣ величины болѣе, чѣмъ наблюдалось В. Гершелемъ [1]).

Подсчетъ звѣздъ на послѣдней фотографіи показалъ, однако, что вплоть до 16-й величины количество звѣздъ возрастаетъ довольно правильно. Именно, близъ сѣвернаго галактическаго полюса приходится слѣдующее число звѣздъ на каждый квадратный градусъ пространства:

9 — 10-й величины	2.9	звѣздъ
10 — 11 „	3.7	„
11 — 12 „	4.3	„
12 — 13 „	9.9	„
13 — 14 „	25.0	„
14 — 15 „	32.0	„
15 — 16 „	79.0	„

Въ подсчетахъ Чапмана и Милотта также есть данныя, по которымъ можно опредѣлить число звѣздъ до 17-й фотографической величины въ областяхъ, отстоящихъ на 5° отъ полюсовъ Млечнаго Пути. Близъ самаго сѣвернаго полюса такихъ звѣздъ приходится въ среднемъ по 820 на одинъ квадратный градусъ, а близъ южнаго — по 810 звѣздъ.

Во всякомъ случаѣ, поскольку яркость звѣздъ можетъ служить показателемъ ихъ средняго разстоянія, о достиженіи предѣловъ звѣздной вселенной въ наиболѣе узкой ея части, при среднихъ разстояніяхъ звѣздъ до 17-й величины, говорить еще не приходится.

4. Распредѣленіе звѣздъ по ихъ физической природѣ.

Теперь, когда мы знакомы съ общимъ распредѣленіемъ звѣздъ, намъ слѣдуетъ познакомиться съ распредѣленіемъ въ зданіи вселенной небесныхъ обитателей въ зависимости отъ различія ихъ физической природы.

Прежде всего привлекаетъ къ себѣ вниманіе вопросъ о распредѣленіи звѣздъ по отдѣльнымъ ихъ спектральнымъ типамъ. Въ изученіи такого распредѣленія можно надѣяться встрѣтить указаніе на то, какое мѣсто нашли себѣ во вселенной разные виды матеріи, а также и на то, какова въ отдѣльныхъ уголкахъ вселенной сравнительная фаза эволюціи небесныхъ тѣлъ.

О томъ времени, когда на такіе вопросы будетъ пролита вся сила свѣта, приходится еще только мечтать. Теперь же въ этомъ направленіи дѣлаются лишь первые шаги.

---

[1]) *Прим.* Детали—въ статьѣ **автора** „Къ вопросу о строеніи вселенной“, Изв. Русс. Астр. о-ва, 1915 г.

Разсмотримъ сначала, какъ распредѣлены болѣе яркія звѣзды по ихъ спектральнымъ разновидностямъ.

Относительно перваго спектральнаго типа звѣздъ по Секки—Фогелю, захватывающаго классы A, B и отчасти F по Гарвардской шкалѣ, давно уже установлено изслѣдованіями Пикеринга, Борастона, автора этой книги и другихъ, что такія звѣзды предпочтительно скоплены близъ Млечнаго Пути. Каптейнъ же нѣсколько инымъ путемъ пришелъ къ заключенію, раздѣляемому, впрочемъ, не всѣми астрономами, что звѣзды, свѣтящія во Млечномъ Пути, нѣсколько богаче синими и фіолетовыми лучами, чѣмъ звѣзды, расположенныя внѣ галактической зоны. Детальными фотометрическими изслѣдованіями устанавливается, что южнѣе Млечнаго Пути, въ галактическихъ широтахъ отъ —20° до —30°, находится много яркихъ звѣздъ перваго типа; слабыя же звѣзды этого типа преобладаютъ въ самомъ Млечномъ Пути.

Пикерингомъ получена такая таблица, показывающая распредѣленіе звѣздъ, болѣе яркихъ, чѣмъ 6.5 величины, по отношенію къ Млечному Пути:

Зона	Средняя галакт. широта	B	A	F	G	K	M
I	+62°.3	8	189	79	61	176	56
II	+41.3	28	184	58	69	174	49
III	+21.0	69	263	83	70	212	57
IV	+ 9.2	206	323	96	99	266	77
V	— 7.0	161	382	116	84	239	45
VI	—22.2	158	276	117	100	247	69
VII	—38.2	57	161	94	59	203	59
VIII	—62.3	29	107	77	67	202	45

Всѣ восемь зонъ имѣютъ одинаковыя площади, такъ что приведенныя цифры непосредственно указываютъ на относительную звѣздную плотность въ различныхъ галактическихъ широтахъ.

Для большей наглядности, соединимъ вмѣстѣ четыре среднихъ зоны и четыре крайнихъ. Тогда получится:

Зоны	Средняя галакт. широта	B	A	F	G	K	M
I, II, VII, и VIII	+62°.3 — +41°.3 — 62. 3 — 38. 2	17%	34%	43%	42%	44%	46%
III, IV, V и VI	+21. 0 — 22. 2	83	66	57	58	56	54

Слѣдовательно, въ частности, звѣзды класса A, то-есть такъ называемыя Сиріусовы звѣзды, хотя и встрѣчаются въ разныхъ мѣстахъ неба, все-таки преобладаютъ близъ Млечнаго Пути.

Звѣзды класса B, то-есть геліевы или Оріоновы звѣзды, почти полностью скоплены во Млечномъ Пути. Онѣ расположены въ полосѣ, ограничивающей галактическую зону на тридцать градусовъ широты. Въ этой полосѣ геліевы звѣзды проявляютъ тенденцію образовывать скопленія,—таково большое скопленіе въ созв. Скорпіона и Центавра, въ созв. Оріона, въ Плеядахъ, въ созв. Персея—въ двухъ послѣднихъ, какъ мы уже имѣли случай говорить, замѣчаются собственныя движенія систематическаго характера. Разстоянія такихъ группъ опредѣляются отъ 70 до 100 парсекъ или еще болѣе. Звѣзды же класса B, не входящія въ составъ выдѣленныхъ движущихся группъ, повидимому находятся — если судить по ихъ ничтожнымъ собственнымъ движеніямъ—еще далѣе.

Теперь разсмотримъ распредѣленіе звѣздъ второго типа по Секки—Фогелю, охватывающаго главнымъ образомъ классы G и K Гарвардской классификаціи.

Классъ G, или звѣзды, представителями которыхъ являются Солнце и Капелла, разбросаны по всему небу. Такое ихъ свойство приводитъ къ заключенію о томъ, что желтыя звѣзды разсматриваемаго класса составляютъ одну группу, сравнительно ограниченную и близкую къ намъ, въ составъ которой входитъ и Солнце; это заключеніе подтверждается и нѣкоторыми другими фактами.

Классъ же O, или такъ называемыя звѣзды Вольфа—Райе, наоборотъ, почти всѣ расположены въ узкой зонѣ, проходящей черезъ средину Млечнаго Пути. Онѣ являются почти исключительно галактическими звѣздами. Но, сверхъ того, звѣзды Вольфа—Райе обнаруживаются и на нѣкоторомъ разстояніи отъ Млечнаго Пути, однако въ совершенно опредѣленныхъ областяхъ, именно въ обоихъ Магеллановыхъ Облакахъ.

Третій типъ по Секки, въ который входятъ преимущественно звѣзды классовъ M и N по Гарвардской классификаціи, даютъ въ общемъ мало матеріала для сужденія объ ихъ распредѣленіи. Можно указать лишь на то, что звѣзды класса M находятся на небѣ повсемѣстно, въ то время какъ звѣзды класса N, составляющія собственно IV типъ по Секки, имѣютъ ясно выраженное скопленіе во Млечномъ Пути—одно изъ сильнѣйшихъ среди всѣхъ спектральныхъ типовъ звѣздъ. Судя по крайне ничтожному собственному движенію, предполагаютъ, что звѣзды типа N находятся на очень далекомъ разстояніи.

Красныя звѣзды также иногда проявляютъ свойство собираться въ отдѣльныя группы. Одна изъ подобныхъ группъ находится въ созвѣздіи Стрѣльца, на краю Млечнаго Пути, гдѣ на небольшомъ сравнительно пространствѣ находится 29 совершенно красныхъ звѣздъ.

С. К. Костинскій, изслѣдовавъ распредѣленіе и природу 44 ближайшихъ къ Солнцу звѣздъ, отстоящихъ отъ него не болѣе, какъ на 33 свѣтовыхъ года, указываетъ на то, что двѣ трети этихъ звѣздъ принадлежатъ къ солнечному типу G или немного болѣе старому K, тогда какъ вообще подобныхъ звѣздъ лишь немного болѣе одной трети изъ общаго ихъ числа. Этотъ фактъ подтверждаетъ уже указанное выше мнѣніе о томъ, что Солнце, вмѣстѣ съ ближайшими къ нему звѣздами, входитъ въ составъ одного скопленія, члены котораго, какъ не безъ основанія полагаетъ г. Костинскій, имѣютъ общее происхожденіе съ космогонической точки зрѣнія.

Вообще же ближайшія къ намъ 44 звѣзды г. Костинскаго могутъ быть распредѣлены такимъ образомъ:

Классъ	Яркія	Телескопическія
A	4	—
F	2	1
G	12	3
K	8	6
M	—	8

То-есть, изъ числа яркихъ звѣздъ вблизи насъ преобладаютъ солнечныя (12), желтыя, типа Альдебарана (8), и бѣлыя, типа Сиріуса (4). Достоинъ еще вниманія тотъ фактъ, что среди ближайшихъ къ намъ звѣздъ совершенно отсутствуетъ типъ B — геліевы звѣзды, несмотря на ихъ яркость. Это обстоятельство, безъ сомнѣнія, вызвано громадной собственной яркостью геліевыхъ звѣздъ, почему онѣ видны между яркими, тогда какъ въ дѣйствительности находятся на огромныхъ разстояніяхъ. Что же касается звѣздъ типа M, то ихъ присутствіе близъ насъ находитъ свое объясненіе въ томъ, что, благодаря крайней слабости блеска, онѣ могутъ быть вообще замѣчаемы, хотя бы въ качествѣ телескопическихъ звѣздъ, лишь тогда, когда онѣ и дѣйствительно близки къ намъ.

Это подтверждаетъ указанный и раньше фактъ, что въ ближайшихъ къ намъ окрестностяхъ вселенной звѣзды перемѣшаны не только по яркости, но также и по своей физической природѣ.

Все, что было сказано до сихъ поръ о спектральномъ распредѣленіи звѣздъ, относится частью къ небольшой ихъ группѣ, о которой достовѣрно извѣстно, что она близка къ намъ, вообще же преимущественно къ яркимъ звѣздамъ.

Телескопическія звѣзды были изслѣдованы въ спектральномъ отношеніи главнымъ образомъ на фотографіяхъ Гарвардской обсерваторіи. Оказалось изъ этого изслѣдованія, что въ средѣ свыше 32 000 изученныхъ такимъ образомъ звѣздъ,—почти исключительно до восьмой звѣздной величины,—52% относятся къ классу A, т.-е. къ водо-

роднымъ звѣздамъ типа Сиріуса. Въ самомъ же Млечномъ Пути къ классу А относится еще больше—двѣ трети всѣхъ изслѣдованныхъ звѣздъ.

Далѣе, было замѣчено, что, чѣмъ вообще звѣзды слабѣе, тѣмъ болѣе въ ихъ средѣ встрѣчается водородныхъ звѣздъ класса А.

Это послѣднее обстоятельство наводило на мысль, что такъ дѣло обстоитъ и за предѣлами среднихъ разстояній звѣздъ 8-й величины, и что въ существенномъ спектръ всей нашей звѣздной системы, то-есть, общій, интегральный спектръ Млечнаго Пути, также долженъ принадлежать къ классу А.

Провѣрка этого предположенія была произведена въ Ликской обсерваторіи Фасомъ (Fath), примѣнявшимъ спектрографированіе мощнымъ телескопомъ. Имъ спектрографировались яркія мѣста Млечнаго Пути въ Стрѣльцѣ и Лебедѣ съ очень долгими экспозиціями: въ 65, 68 и 74 часа.

Всѣми этими снимками былъ согласно доказанъ нѣсколько неожиданный результатъ: суммарный спектръ Млечнаго Пути оказался тѣмъ, который относится къ солнечному типу.

Произведеннымъ тѣмъ же ученымъ параллельно особымъ изслѣдованіемъ удалось установить фактъ, на который встрѣчаются указанія и съ другихъ сторонъ,—тотъ именно, что болѣе слабыя звѣзды вообще краснѣе, чѣмъ болѣе яркія. Этотъ послѣдній фактъ связанъ вѣроятно съ поглощательной способностью міроваго пространства.

Такимъ образомъ, за предѣлами звѣздъ, видимыхъ невооруженнымъ глазомъ, и преимущественно въ направленіи Млечнаго Пути, большинство звѣздъ принадлежитъ къ числу водородныхъ класса А. Это обнаруживается до среднихъ разстояній звѣздъ 8-й величины. Но затѣмъ картина мѣняется, и очень слабыя звѣзды уже относятся къ типу солнечныхъ.

Гдѣ происходитъ такой переломъ звѣздной природы, повсемѣстенъ ли онъ, или же существуетъ только въ опредѣленномъ направленіи, и даже вполнѣ ли онъ реаленъ, обо всемъ этомъ мы еще ничего почти не знаемъ.

Такіе факты, какъ измѣненіе спектральнаго типа въ связи съ отдаленіемъ звѣздъ отъ Солнца, или, что сводится къ тому же, съ ослабленіемъ ихъ блеска, а равно и болѣе красный цвѣтъ отдаленныхъ звѣздъ—какъ бы говорятъ, по первому впечатлѣнію, въ пользу центральнаго или близкаго къ центральности положенія во вселенной нашей солнечной системы. Но дѣло въ томъ, что именно такое явленіе покраснѣнія звѣздъ съ отдаленіемъ должно производиться и присутствіемъ въ пространствѣ хотя бы самой легкой поглощающей матеріи, которая образуется изъ мелкаго космическаго матеріала, выбро-

шенныхъ звѣздами частицъ и пр. Точно такъ же и Солнце краснѣетъ въ туманѣ, и электрическіе—фонари, которые голубѣе газа, сильнѣе, чѣмъ газовые, погашаются туманной мглой.

Что же касается преобладанія звѣздъ позднѣйшаго типа между слабыми звѣздами, то это не связано непремѣнно съ реальнымъ фактомъ измѣненія спектральнаго типа, въ смыслѣ болѣе поздней его фазы, по мѣрѣ отдаленія звѣздъ во всѣ стороны отъ Солнца. Если бы даже спектральные типы были совершенно равномѣрно перемѣшаны въ пространствѣ, все же мы нашли бы относительно больше позднѣйшихъ типовъ между слабыми звѣздами. Въ самомъ дѣлѣ, допустимъ, что вокругъ насъ, до опредѣленныхъ предѣловъ пространства, равномѣрно перемѣшаны—и въ одномъ и томъ же числѣ—звѣзды трехъ главныхъ спектральныхъ классовъ: бѣлыя, желтыя и красныя. Пусть каждый изъ этихъ классовъ имѣетъ по десять звѣздныхъ величинъ; первый классъ бѣлыхъ звѣздъ составитъ шкалу: $б_1$, $б_2$,... $б_{10}$ и такъ же остальные классы: $ж_1$,... $ж_{10}$ и $к_1$... $к_{10}$. Но самая яркая желтая звѣзда отнюдь не равна самой яркой бѣлой звѣздѣ, а слабѣе ея, потому что одна и та же единица ея поверхности менѣе ярка; для простоты положимъ, хотя бы, что $ж_1=б_3$. Тѣмъ болѣе это справедливо для красныхъ звѣздъ; положимъ, опять для простоты, что $к_1=ж_3=б_5$. Если теперь распредѣлить всѣ звѣзды по ихъ яркостямъ и взять первую половину болѣе яркихъ изъ нихъ, то въ этой половинѣ окажется примѣрно такое соотношеніе: 7 бѣлыхъ, 5 желтыхъ и 3 красныхъ. Стало быть, среди яркихъ звѣздъ будетъ казаться болѣе преобладающимъ ранній спектральный типъ. Во второй же половинѣ болѣе слабыхъ звѣздъ соотношеніе будетъ иное: 3 бѣлыхъ, 5 желтыхъ и 7 красныхъ; получится кажущееся преобладаніе звѣздъ болѣе поздняго спектральнаго типа.

О распредѣленіи звѣздъ по ихъ другимъ отличительнымъ признакамъ приходится сказать только нѣсколько словъ, такъ какъ изученіе ихъ затруднено тѣмъ, что не существуетъ каталоговъ, исчерпывающихъ все ихъ число, хотя бы даже ограниченное тѣми или другими рамками.

Такъ, перемѣнныя звѣзды сѣвернаго неба въ общемъ довольно точно воспроизводятъ, какъ показалъ Циннеръ (Zinner), ту картину распредѣленія звѣздъ отъ 1—й до 9—й величины, которая приведена въ нашемъ атласѣ распредѣленія звѣздъ. Перемѣнныя же южнаго неба не обнаруживаютъ полнаго соотвѣтствія съ нашей картой распредѣленія звѣздъ 1—9 величинъ, и это объясняется Циннеромъ тѣмъ, что значительная область неба, между прямыми восхожденіями 4 ч. и 8 ч. отъ экватора до южнаго склоненія—40°, еще недостаточно обслѣдована въ отношеніи перемѣнныхъ звѣздъ. Въ частности же, явствен-

но обнаруживаютъ свое сгущенiе къ плоскости Млечнаго Пути какъ Цефеиды, такъ и затмеваемыя перемѣнныя.

Временныя (новыя) звѣзды находятся почти всѣ во Млечномъ Пути (рис. 57). Это и понятно: если объяснять происхожденiе ихъ катастрофой, столкновенiемъ,—то конечно, послѣднее тѣмъ болѣе вѣроятно, чѣмъ больше населенъ данный районъ, каковому условiю Млечный Путь и удовлетворяетъ.

Двойныя звѣзды своимъ распредѣленiемъ вполнѣ соотвѣтствуютъ общей картинѣ распредѣленiя звѣздъ. Спектральныя же двойныя проявляютъ нѣкоторое сгущенiе къ Млечному Пути, что, быть можетъ, преимущественно вызывается двойными изъ числа гелiевыхъ звѣздъ, встрѣчающихся особенно изобильно, какъ уже указывалось, именно въ галактической зонѣ.

XII.

Распредѣленіе звѣздныхъ скопленій и туманностей.

Распредѣленіе звѣздныхъ скопленій и туманностей представляетъ большой интересъ въ виду той роли, которую эти объекты играютъ въ мірозданіи.

Конечно, изслѣдованіе ихъ распредѣленія, въ особенности туманностей, сопряжено съ большими затрудненіями, главнымъ образомъ въ виду неполноты и неоднородности матеріаловъ. Въ каталоги занесена только небольшая часть тѣхъ туманныхъ пятенъ, которыя вообще доступны наблюденіямъ при современныхъ средствахъ. Но изъ ихъ числа болѣе подробно обслѣдовано только сѣверное небо. Южное же наблюдалось гораздо менѣе и притомъ главнымъ образомъ въ частяхъ, видимыхъ съ обсерваторій сѣвернаго полушарія, т.-е. въ областяхъ, ближайшихъ къ небесному экватору.

Спеціально для туманностей обстоятельствомъ, сильно препятствующимъ изученію дѣйствительнаго ихъ распредѣленія, является разнообразіе природы этихъ тѣлъ. Извѣстно уже, что къ числу туманностей причисляются имѣющія явно газообразное строеніе, затѣмъ состоящія изъ тѣсно сближенныхъ звѣздъ и, наконецъ, представляющія собою скопища мелкаго космическаго матеріала. Отличить дѣйствительную природу туманностей въ подавляющемъ большинствѣ случаевъ пока не представляется возможнымъ. Кромѣ того, въ разсмотрѣніи ихъ распредѣленія по небу приходится принимать въ отношеніи количества этихъ объектовъ на равныхъ правахъ, съ одной стороны, туманности, охватывающія громадныя площади на небѣ, а съ другой—такія, которыя представляются маленькимъ дискомъ, едва отличаемымъ отъ заурядной звѣзды. Далѣе, нельзя закрывать глаза и на то обстоятельство, что вѣроятно существуетъ значительное число несвѣтящихся туманностей или такихъ, у которыхъ свѣтятся только лишь однѣ наружныя ихъ части.

Тѣмъ не менѣе вопросъ о распредѣленіи этихъ небесныхъ предметовъ давно уже привлекалъ къ себѣ вниманіе астрономовъ, и появленіе каждаго изъ значительныхъ каталоговъ туманныхъ пятенъ сопровождалось изученіемъ ихъ распредѣленія. Такимъ образомъ, главныя черты распредѣленія туманныхъ пятенъ были опредѣляемы въ свое время послѣдовательно В. и Дж. Гершелями, Кл. Аббе, Баушингеромъ а нѣкоторыми другими.

Оказалось, что туманности вообще скоплены близъ полюсовъ



Рис. 125. Распредѣленіе звѣздныхъ скопленій и туманностей на сѣверномъ небѣ.

Млечнаго Пути, въ самой же галактической зонѣ ихъ сравнительно мало. Звѣздныя же скопленія, наоборотъ, преобладаютъ во Млечномъ Пути (р.р. 125 и 126: точки туманности, крестики—звѣздныя скопленія).

Въ 1900 г., когда число занесенныхъ въ каталоги звѣздныхъ скопленій и туманностей достигло почти десяти тысячъ, авторомъ было произведено детальное обслѣдованіе ихъ распредѣленія. Въ существенномъ нами былъ примѣненъ тотъ же методъ, что и для изученія распредѣленія звѣздъ; такъ же были составлены детальныя карты распредѣленія туманностей—по ихъ основнымъ видамъ,—а равно

и карты распредѣленія звѣздныхъ скопленій. Карты эти входятъ въ составъ тѣхъ нашихъ атласовъ, о которыхъ уже упоминалось при разсмотрѣніи распредѣленія звѣздъ.

Что касается звѣздныхъ скопленій, то нами были использованы положенія 679 такихъ объектовъ, изъ которыхъ 103 имѣютъ шарообразную форму. Эти послѣднія скопленія были исключены изъ общей массы, такъ какъ уже ранѣе было извѣстно, что они представляютъ особенности въ своемъ распредѣленіи.

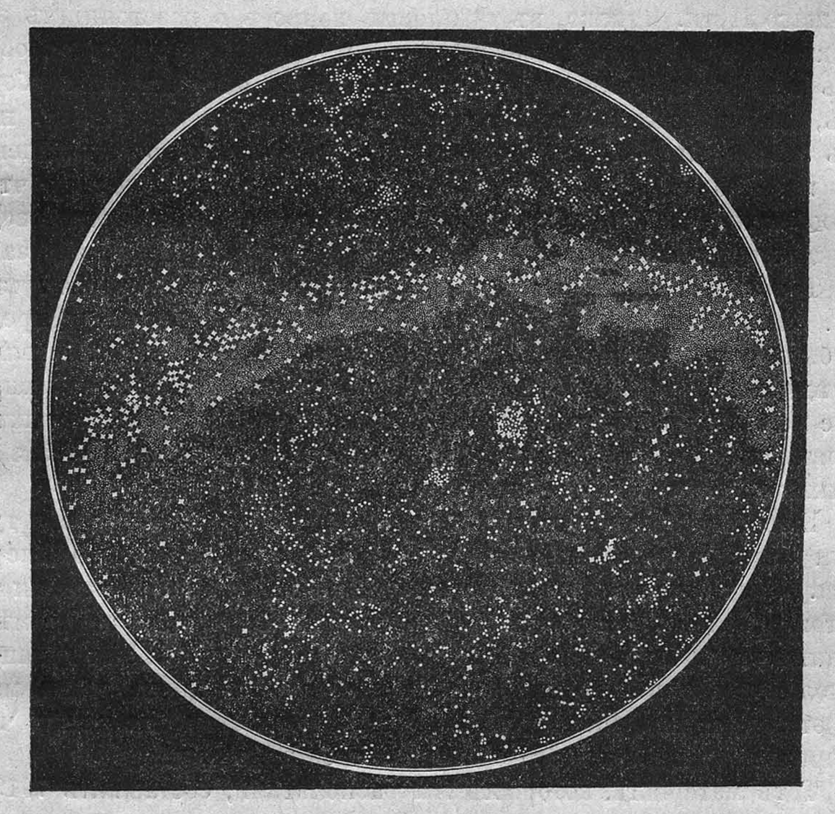


Рис. 126. Распредѣленіе звѣздныхъ скопленій и туманностей на южномъ небѣ.

На нашихъ картахъ съ полною наглядностью обрисовывается тотъ фактъ, что почти всѣ звѣздныя скопленія находятся въ полосѣ Млечнаго Пути, и что ихъ чрезвычайно мало въ районахъ, близкихъ къ его полюсамъ. Кромѣ того, нѣкоторое количество такихъ скопленій находится въ каждомъ изъ Магеллановыхъ Облаковъ.

Это еще разъ подтверждаетъ правильность взгляда на природу Млечнаго Пути, какъ образованія изъ массы отдѣльныхъ звѣздныхъ агрегатовъ.

Совершенно иначе обстоитъ дѣло съ шарообразными звѣздными скопленіями. За исключеніемъ только одного мѣста на самомъ Млеч-

номъ Пути, гдѣ въ небольшой области, въ районѣ созвѣздій Стрѣльца и Скорпіона, ихъ сосредоточено значительное количество, шарообразныя скопленія не обнаруживаютъ тенденціи скопляться въ галактической зонѣ. Они разбросаны приблизительно равномѣрно по всему небесному своду, а также скоплены въ Магеллановыхъ Облакахъ.

Часто этотъ фактъ объясняютъ экстериторіальностью шарообразныхъ скопленій, съ отнесеніемъ ихъ, на правахъ самостоятельныхъ звѣздныхъ вселенныхъ, за предѣлы нашей звѣздной системы—Млечнаго Пути. Однако, въ сущности вопросъ о разстояніяхъ этихъ объектовъ еще вовсе не разрѣшенъ, и, быть можетъ, такая особенность ихъ распредѣленія въ пространствѣ, объяснится, наоборотъ, тѣмъ, что шарообразныя скопленія сравнительно близки къ намъ. Такъ ли это или нѣтъ, можетъ быть рѣшено только опредѣленіемъ ихъ параллаксовъ, и даже безъ особеннаго труда, потому что въ шарообразныхъ скопленіяхъ есть достаточно удобныхъ для наведенія точекъ; мы бы хотѣли обратить вниманіе астрономовъ на эту задачу.

Теперь мы остановимся на разсмотрѣніи распредѣленія туманностей. Какъ мы уже говорили, основныя особенности ихъ распредѣленія были уже выяснены ко времени производства нами детальнаго обслѣдованія ихъ распредѣленія. Поэтому мы изслѣдовали распредѣленіе не только общей ихъ совокупности, но также и отдѣльныхъ ихъ видовъ, именно туманностей яркихъ и слабыхъ по блеску, а затѣмъ малыхъ по величинѣ и большихъ.

Еще Баушингеру удалось выяснить, что слабыя и яркія туманности распредѣлены въ общемъ одинаково относительно Млечнаго Пути. Представлялось интереснымъ установить, сохраняется ли такое же тождество въ отношеніи распредѣленія большихъ по размѣрамъ туманностей и малыхъ, такъ какъ возможно, что большія туманности расположены и въ дѣйствительности къ намъ ближе, чѣмъ малыя, и поэтому въ ихъ распредѣленіи могли оказаться различныя черты, по примѣру того, какъ это обнаружено со звѣздами.

Тотъ матеріалъ, которымъ мы располагали, составлялъ 7919 слабыхъ и 1345 яркихъ туманностей. По величинѣ же эти предметы распредѣлялись на 7541 малыхъ и 1723 большихъ.

Нашими изслѣдованіями устанавливается тотъ фактъ, что законъ въ силу котораго Млечный Путь долженъ быть признанъ бѣднымъ туманностями, а мѣста близъ его полюсовъ богатыми этими объектами, имѣетъ общее значеніе. Онъ одинаково относится и ко всей совокупности туманностей и къ ихъ подраздѣленіямъ на яркія и слабыя, на большія и малыя. На всѣхъ нашихъ картахъ обрисовалось значительное количество туманностей близъ полюсовъ Млечнаго Пути и незначительное ихъ количество въ самой галактической зонѣ. Хотя скопленіе туманностей близъ южнаго полюса не проявляется такъ же рѣзко, какъ на сѣверномъ, но это объясняется тѣмъ фактомъ, что наиболѣе

отдаленныя отъ галактическаго экватора южныя области, еще недостаточно изслѣдованы, а потому въ нихъ зарегистрировано слишкомъ мало этихъ небесныхъ предметовъ.

Какъ мы теперь знаемъ, туманности, скопленныя близъ полюсовъ Млечнаго Пути, имѣютъ по преимуществу спиральную структуру.

Конечно, Млечный Путь не лишенъ вовсе туманностей. Онѣ въ немъ есть, но главнымъ образомъ большія, неправильныя и вѣроятно сравнительно близкія къ намъ. Едва ли возможно считать ихъ болѣе отдаленными, чѣмъ звѣзды Млечнаго Пути, съ которыми эти туманности находятся въ явной интимной связи. Кромѣ того, въ этой же галактической зонѣ преобладаютъ газовыя туманности—планетныя и кольцеобразныя.

Въ общемъ, однако, замѣчается, что туманности не разбросаны по небу равномѣрно, но въ нѣкоторыхъ районахъ онѣ скопляются особенно обильно. Излишне снова упоминать о накопленіи ихъ въ Магеллановыхъ Облакахъ. Но и въ другихъ мѣстахъ наблюдается иногда такое количество туманностей, что ихъ можно назвать—какъ авторъ давно уже отмѣчалъ[1]), туманными скопленіями. Въ частности, привлекаетъ къ себѣ вниманіе область въ созвѣздіи Андромеды, недалеко отъ Млечнаго Пути, въ которой сосредоточено довольно много этихъ предметовъ, преимущественно мелкихъ и слабыхъ по блеску. Подобныя же ихъ накопленія обнаруживаются въ созвѣздіяхъ Змѣи и Дракона.

Таковы общія черты распредѣленія туманностей. Но есть въ ихъ средѣ аномалія, представляемая планетными и кольцеобразными туманностями. Эти послѣднія скоплены преимущественно во Млечномъ Пути или въ ближайшихъ его окрестностяхъ. Далѣе, чѣмъ на 50^0—60^0 отъ галактической зоны, ихъ вовсе уже видно.

Такимъ образомъ, очевидно, что распредѣленіе туманностей тѣснымъ образомъ связано со Млечнымъ Путемъ, и это устанавливается какъ тѣмъ, что законъ распредѣленія ихъ относительно галактической зоны имѣетъ одинаковый характеръ для всѣхъ ихъ разновидностей, кромѣ указанныхъ ранѣе малочисленныхъ аномалій (большія галактическія, а также планетныя и кольцеобразныя туманности), такъ равно и тѣмъ, что вообще туманности преобладаютъ тамъ, гдѣ звѣздъ мало. И во всякомъ случаѣ это обстоятельство едва ли отвѣчаетъ взгляду, будто туманности — особенно спиральныя — являются самостоятельными звѣздными системами, отдѣльными млечными путями. Очевидно, что въ послѣднемъ случаѣ распредѣленіе такихъ системъ не было бы ничѣмъ прикрѣплено къ Млечному Пути.

Хинксъ (A. R. Hinks), развивая взгляды автора на облакообразное строеніе нашей звѣздной системы, высказываетъ предположеніе,

---

[1]) W. Stratonow. Etudes sur la structure de l'Univers. 1900. I. p. 46—47.

что и туманности (не газовыя) также имѣютъ облачное распредѣленіе [1]). Наиболѣе ясно выраженное облако туманностей въ сѣверномъ полушаріи имѣетъ свой центръ, отстоящій на нѣсколько градусовъ отъ полюса Млечнаго Пути; однако, центръ этого облака не совпадаетъ съ полюсомъ, и распредѣленіе туманностей въ облакѣ не симметрично относительно послѣдняго. Второе облако туманностей въ сѣверной полусферѣ, но менѣе богатое, подходитъ къ краямъ Млечнаго Пути.

Въ южной полусферѣ — указываетъ Хинксъ — въ распредѣленіи туманностей преобладаетъ Большое Магелланово Облако, которое гораздо богаче туманностями, чѣмъ всякое другое мѣсто неба. Распредѣленіе же туманностей внѣ этого облака не имѣетъ явнаго соотношенія съ южнымъ полюсомъ Млечнаго Пути, но распредѣляется на нѣсколько большихъ и недостаточно хорошо очерченныхъ облаковъ.

Онъ вообще полагаетъ, что идея о сгущеніи туманностей близъ полюсовъ Млечнаго Пути обязана случайной и не очень тѣсной близости одного облака туманностей къ сѣверному галактическому полюсу. Туманности сгруппированы въ облака, которыя не лежатъ въ плоскости звѣздныхъ облаковъ, но, съ другой стороны, не сосредоточены и близъ полюсовъ галактической зоны. Съ точки зрѣнія Хинкса, Большое Магелланово Облако есть звѣздно-туманное облако особенно богатого состава, включающее въ себѣ многіе небесные объекты, свойственные Млечному Пути, нѣкоторое число, повидимому, спиральныхъ туманностей, а также нѣкоторыя небесныя тѣла, не преобладающія именно въ галактической зонѣ; однако, онъ не видитъ основаній приписывать Облаку какую-либо особую структуру. На Малое же Облако онъ смотритъ, какъ на отдаленное звѣздное облако, которое случайно лежитъ внѣ ихъ общей плоскости.

Свою гипотезу, именно о томъ, что вселенная, кромѣ указанной нами серіи звѣздныхъ облаковъ, состоитъ еще изъ серіи облаковъ туманностей, Хинксъ считаетъ лишь рабочей гипотезой, имѣющей то значеніе, что она не требуетъ объясненій, почему звѣзды и туманности, какъ правило, повидимому, избѣгаютъ однѣ другихъ.

Въ настоящемъ своемъ положеніи статистика туманностей, особенно при почти полной неосвѣдомленности объ ихъ разстояніяхъ и движеніяхъ и полномъ отсутствіи ихъ фотометріи, мало благопріятствуетъ подтвержденію той или другой гипотезы о деталяхъ распредѣленія туманностей въ пространствѣ, хотя, конечно, формированію звѣздныхъ облаковъ могло предшествовать ихъ облачное же строеніе въ видѣ клочьевъ туманнаго матеріала.

Мы ничего не знаемъ опредѣленнаго о дѣйствительномъ характерѣ связи, существующей между Млечнымъ Путемъ и туманностями.

---

[1]) Proc. of the Cambr. Phil. Soc. v. XIII p., 201—3.

Однако, едва ли было бы правильнымъ придавать этой связи мѣстный характеръ, разсматривая, по примѣру нѣкоторыхъ авторовъ, массы туманностей, какъ своего рода балдахины, нависшіе именно надъ тѣмъ мѣстомъ звѣздной вселенной, гдѣ расположено Солнце. Такое предположеніе въ сущности сводится опять къ приписыванію Солнцу центральнаго или почти центральнаго положенія во вселенной, къ чему, какъ извѣстно, нѣтъ никакихъ апріорныхъ основаній.

Но во всякомъ случаѣ нельзя считать и простою случайностью тотъ фактъ, что въ одномъ мѣстѣ вселенной собраны небесныя тѣла одного рода, а по обѣимъ сторонамъ отъ него — тѣла другого рода. И, быть можетъ, на нашу звѣздную систему, олицетворяемую Млечнымъ Путемъ, слѣдовало бы смотрѣть, какъ на нѣкоторый срединный слой, ушедшій въ своей эволюціи впередъ. Съ этимъ же слоемъ съ обѣихъ сторонъ граничатъ менѣе эволюціонировавшіе космическіе матеріалы, которые мы наблюдаемъ въ формѣ массъ туманной матеріи. Естественно, что такія туманныя массы и должны бы быть видимыми тѣмъ обильнѣе, чѣмъ менѣе прегражденъ къ нимъ глазу нашему доступъ толщею пространства, заполненнаго звѣздными мірами, т.-е. именно въ направленіи полюсовъ Млечнаго Пути. Если же впослѣдствіи подтвердится, что большое число туманностей, въ томъ числѣ и спиральныхъ, состоитъ, по примѣру большой туманности въ созв. Андромеды, изъ массы мельчайшаго космическаго матеріала, то преимущественная ихъ видимость близъ полюсовъ Млечнаго Пути легко объяснится обиліемъ этого матеріала внѣ галактической зоны, а, слѣдовательно, и болѣе благопріятными условіями для образованія такихъ спиральныхъ вихрей.

XIII.

Движеніе звѣздъ во Млечномъ Пути.

Извѣстно, что каждая изъ звѣздъ обнаруживаетъ болѣе или менѣе быстрое движеніе. И мысль наша плохо мирится съ тѣмъ, чтобы эти движенія не были тѣсно связаны со всею звѣздной системой, выражающейся въ явленіи Млечнаго Пути.

Впервые на эту связь указывалъ еще въ 1750 г. Райтъ, говорившій, что если бы мы помѣстились въ центрѣ Млечнаго Пути, то обнаружили бы такую же правильность и стройность въ расположеніи и движеніи звѣздъ, какую наблюдали бы, глядя отъ Солнца, въ расположеніи и движеніи планетъ солнечной системы. Кантъ провелъ эту аналогію еще рельефнѣе. Онъ полагалъ, что звѣзды движутся въ одной плоскости около общаго центральнаго свѣтила—солнца высшаго порядка. Результатомъ такого движенія и является скопленіе звѣздъ въ одномъ слоѣ, что и производитъ феноменъ Млечнаго Пути.

Если бы мы занимались исторіей разсматриваемаго вопроса въ деталяхъ, то должны были бы возобновить въ памяти читателя гипотезу Ламберта, о которой уже приходилось говорить. Однако, гипотезы и Канта и Ламберта, какъ чисто умозрительныя, но не основанныя на данныхъ наблюденія и вычисленія, утратили всякое значеніе.

Пожалуй, слѣдуетъ еще сказать нѣсколько словъ о высказанной въ 1846 г. гипотезѣ юрьевскаго (дерптскаго) профессора Медлера, извѣстной подъ названіемъ „гипотезы центральнаго солнца". Изслѣдуя наблюденныя собственныя движенія звѣздъ, Медлеръ пришелъ къ выводу, что всѣ звѣзды обращаются около одного общаго центра, и что такимъ центромъ является главная звѣзда группы Плеядъ—Альціоне. Онъ полагалъ, будто ему удалось установить, что собственное движеніе Альціоне равно нулю, въ то время какъ остальныя звѣзды движутся вокругъ нея приблизительно по круговымъ орбитамъ въ

равный для всѣхъ звѣздъ промежутокъ времени; вся же звѣздная система завершается движущимся Млечнымъ Путемъ. Гипотеза Медлера была опровергнута черезъ три года послѣ ея появленія. Тѣмъ не менѣе ей посчастливилось прожить довольно долго, и еще недавно ее приходилось встрѣчать въ нѣкоторыхъ сочиненіяхъ по астрономіи и въ учебникахъ космографіи, въ качествѣ имѣющей научную силу. Такая живучесть явно неправильной гипотезы очевидно объясняется обаятельностью идеи о сведеніи движеній всѣхъ звѣздъ въ одну стройную систему.

Тѣмъ же, безъ сомнѣнія, объясняются и воскресающія идеи о центральномъ солнцѣ, между прочимъ, даже и въ наши дни. Такъ, Уокей (Walkey) недавно высказалъ, будто центральнымъ небеснымъ тѣломъ всего мірозданія и физическимъ центромъ вселенной является гигантская звѣзда Канопусъ. Едва ли можно, однако, считать аргументы Уокея безспорными, а его гипотезу долговѣчной.

Изъ дальнѣйшихъ гипотезъ по данному вопросу, можно еще привести принадлежащую Шенфельду,—повторенную, впрочемъ, и многими другими,—будто всѣ звѣзды движутся по орбитамъ, параллельнымъ плоскости Млечнаго Пути, такъ что вся звѣздная система вращается, подобно твердому тѣлу, около оси, перпендикулярной къ этой плоскости, а также гипотезу Л. О. Струве, будто всѣ звѣзды движутся около центра тяжести звѣздной системы, находящагося въ плоскости Млечнаго Пути, причемъ движеніе звѣздъ происходятъ въ одномъ направленіи. Ни та ни другая гипотеза не получили подтвержденія изъ наблюденій.

Обращаясь къ результатамъ обслѣдованія наблюденныхъ звѣздныхъ движеній, мы увидимъ, что въ теченіе первой сотни лѣтъ астрономы преимущественно интересовались собственнымъ движеніемъ Солнца. И мы уже знаемъ, что при такихъ изслѣдованіяхъ въ направленіяхъ звѣздныхъ собственныхъ движеній, обнаружена нѣкоторая закономѣрность, давшая возможность намѣтить направленіе движенія Солнца, иначе говоря, намѣтить положеніе на небесной сферѣ точки, называемой апексомъ. Но эти опредѣленія основываются на звѣздныхъ движеніяхъ, которыя вызываются двумя причинами: во-первыхъ, видимымъ перемѣщеніемъ (такъ называемымъ параллактическимъ), обязаннымъ только одному движенію Солнца, и, во-вторыхъ, дѣйствительнымъ собственнымъ движеніемъ звѣздъ. Вліяніе послѣднихъ движеній можетъ быть незначительнымъ, но можетъ быть и большимъ. До послѣдняго времени мы ничего почти опредѣленнаго не знали ни о закономѣрности въ собственныхъ движеніяхъ звѣздъ, ни о степени ея вліянія въ указанномъ вопросѣ. Поэтому принималось, какъ мы уже упоминали, въ качествѣ основной гипотезы, что въ этихъ

движеніяхъ царитъ полная беззаконность: всѣ звѣздныя движенія случайны и не обнаруживаютъ предпочтенія къ какому-либо особенному направленію. Предполагалось, что при большомъ числѣ звѣздъ, взятыхъ въ разсмотрѣніе, собственныя ихъ движенія окажутся направленными приблизительно одинаково во всѣ стороны пространства. Поэтому, въ среднемъ, вліяніе этихъ движеній должно компенсироваться. И дѣло должно происходить такъ, какъ будто въ пространствѣ движется только одно Солнце.

Однако, какъ мы уже знаемъ, дальнѣйшія изслѣдованія возбудили сомнѣнія въ правильности такой основной гипотезы. Во-первыхъ, точность опредѣленія положенія на небѣ апекса не только не увеличивалась, съ примѣненіемъ болѣе точныхъ и болѣе, какъ казалось, надежныхъ матеріаловъ, въ той мѣрѣ, насколько можно было ожидать, но, наоборотъ, были обнаружены еще и новыя систематическія аномаліи, въ особенности связанныя со спектральными типами звѣздъ. Во-вторыхъ, были обнаружены нѣсколько группъ звѣздъ, имѣющихъ общее параллельное и почти одинаковое по скорости движеніе, какъ, напримѣръ, въ группѣ Гіадъ, Большой Медвѣдицы и пр. Это уже явно указывало на существованіе систематическихъ движеній въ извѣстныхъ районахъ, и такимъ образомъ основная гипотеза была поколеблена. Окончательно же ея непріемлемость была доказана изслѣдованіями Кобольда, который указалъ на важность роли групповыхъ звѣздныхъ перемѣщеній, въ дѣлѣ изслѣдованія ихъ собственныхъ движеній, а также нашелъ реальные слѣды нѣкоторой закономѣрности въ этихъ движеніяхъ.

Очень важное значеніе имѣютъ изслѣдованія Каптейна. Онъ воспользовался хорошо опредѣленными собственными движеніями 2400 звѣздъ извѣстнаго уже читателю каталога Брадлея—Ауверса,—стало быть, преимущественно яркими звѣздами въ области отъ сѣвернаго полюса до -30^0 склоненія, т.-е. на двухъ третяхъ всего неба. На этой части неба Каптейнъ изслѣдовалъ въ 28 отдѣльныхъ участкахъ то направленіе, въ которомъ звѣзды предпочтительно движутся. Оказалось, что въ любой области неба звѣзды имѣютъ предпочтеніе не къ одному направленію, противоположному апексу, или по принятой терминологіи, къ антіапексу, а къ двумъ особеннымъ направленіямъ. Когда эти препочтительныя направленія опредѣлили на небесной сферѣ, то они оказались сходящимися въ двухъ точкахъ.

Для объясненія этого послѣдняго явленія вспомнимъ хотя бы примѣръ метеорныхъ потоковъ: когда рой небесныхъ метеоровъ движется параллельными между собой путями, то видимые пути такихъ метеоровъ кажутся сходящимися въ одной точкѣ небесной сферы, называемой радіантомъ (рис. 127). Очевидно, что такое же явленіе долж-

но происходить, если наблюдать пути движущагося параллельно роя или потока звѣздъ. Слѣдовательно, двѣ точки схожденія видимыхъ путей звѣздъ—Каптейнъ назвалъ такія точки схожденія вертексами—указываютъ на существованіе въ окружающемъ насъ пространствѣ двухъ потоковъ звѣздъ, наклонённыхъ подъ значительнымъ угломъ — около 110°—одинъ къ другому. Положенія этихъ вертексовъ даны только съ приблизительной точностью (по Каптейну первый изъ нихъ имѣетъ координатами $\alpha=85^0$, $\delta=-11^0$, а второй $\alpha=260^0$, $\delta=-48$); другими изслѣдователями получены нѣсколько отличные отъ этихъ цифръ результаты.

Тотъ уголъ, подъ которымъ, глядя отъ Солнца, кажутся между собою наклоненными оба потока Каптейна, имѣетъ случайную величину, вызванную расположеніемъ нашей наблюдательной станціи — солнечной системы. Отъ другой звѣзды такой уголъ былъ бы инымъ. Если же исключить это случайное обстоятельство, а также исключить вліяніе солнечнаго движенія, то окажется, что оба звѣздныхъ потока движутся по отношенію къ центру тяжести звѣздной системы въ діаметрально противоположныхъ направленіяхъ. Въ такомъ предположеніи, Каптейнъ указываетъ слѣдующіе истинные вертексы: для перваго потока съ координатами $\alpha=91^0$, $\delta=+13^0$, а для второго $\alpha=271^0$, $\delta=-13^0$. Линія, соединяющая эти точки, и указываетъ то направленіе, вдоль котораго слагающія звѣздныхъ движеній въ среднемъ значительно больше, чѣмъ слагающія въ какихъ-либо другихъ направленіяхъ.

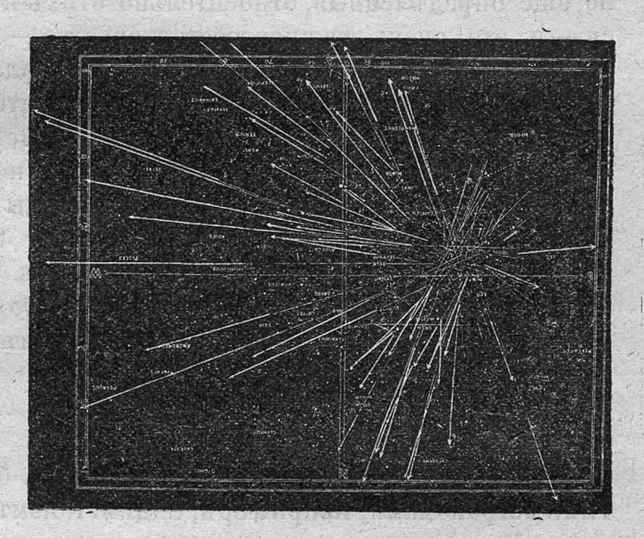


Рис. 127. Расхожденіе изъ радіанта видимыхъ путей метеоровъ.

Опредѣленія координатъ вертекса были затѣмъ произведены многими астрономами, между прочимъ Эддингтономъ, Шварцшильдомъ, Дайсономъ, Бѣлявскимъ и пр. По Эддингтону положеніе его опредѣляется: $\alpha=94^0.2$ и $\delta=+11^0.9$.

Потоки, слѣдовательно, свободно проникаютъ одинъ въ другой. И это обстоятельство не должно представляться удивительнымъ, если вспомнить о тѣхъ колоссальныхъ разстояніяхъ, на которыя отстоятъ между собою звѣзды, а также и о тѣхъ относительно ничтожныхъ размѣрахъ, которые онѣ имѣютъ.

Къ первому потоку принадлежатъ, между прочимъ: α Андромеды, α Орла, α Льва, α Лиры, α Южной Рыбы; ко второму: α Большого Пса, α Пастуха, α Змѣеносца.

Замѣтимъ, что оба направленія звѣздныхъ потоковъ, указанныя Каптейномъ, являются преобладающими, однако не исключительными; они обнаруживаютъ лишь общую тенденцію въ массѣ звѣздныхъ движеній. А въ ихъ предѣлахъ могутъ существовать и совершенно отличныя направленія звѣздныхъ движеній подобно тому, какъ, напримѣръ, рой насѣкомыхъ уносится воздушнымъ теченіемъ, а въ самомъ роѣ насѣкомыя могутъ совершать всевозможныя перемѣщенія.

Указываютъ также нѣкоторыя детали, хотя и не вполнѣ надежно еще опредѣленныя, относительно этихъ потоковъ, которые движутся — и это очень важное обстоятельство — въ общемъ въ плоскости Млечнаго Пути. Такъ, первый потокъ обладаетъ скоростями, почти въ $1^1/_2$ раза большими, чѣмъ второй; дѣйствительныя же ихъ скорости составляютъ около 40 и около 26 километровъ въ секунду. Число звѣздъ, распредѣленныхъ между этими потоками, относится между собой приблизительно какъ 3 къ 2. Звѣзды разныхъ спектральныхъ классовъ заключены въ обоихъ потокахъ, причемъ процентъ болѣе старыхъ звѣздъ выше во второмъ изъ нихъ. Среднія разстоянія обоихъ потоковъ приблизительно одинаковы, и это исключаетъ предположеніе, будто они находятся одинъ за другимъ, но лишь видны въ томъ же направленіи.

Результаты, полученные Каптейномъ, были подтверждены и другими астрономами, напримѣръ, Эддингтономъ, Дайсономъ, Бѣлявскимъ и пр. Въ общемъ всѣми изслѣдованіями существованіе двухъ звѣздныхъ потоковъ можно считатать установленнымъ, но направленія ихъ слѣдуетъ считать найденными только приблизительно. Нѣсколько точнѣе обрисовывается направленіе перваго потока, но хуже—второго.

Каптейнъ и Эддингтонъ склоняются ко мнѣнію, что вся звѣздная система раздѣляется на два потока звѣздъ, двѣ самостоятельныя системы, движущіяся преимущественно во встрѣчныхъ направленіяхъ, причемъ внутреннія движенія въ каждой изъ нихъ случайны и различны. Шварцшильдъ же, считая звѣздную систему единичной, полагаетъ, что среднія движенія звѣздъ въ различныхъ направленіяхъ въ пространствѣ относятся между собою такъ, какъ радіусы эллипсоида, почему—именно вдоль большой оси такого эллипсоида—существуетъ въ звѣздной системѣ одна большая дорога, по которой звѣзды движутся болѣе предпочтительно, чѣмъ въ другихъ направленіяхъ. Эта дорога, по его мнѣнію, параллельна одному изъ діаметровъ Млечнаго Пути. Самое распредѣленіе звѣздныхъ скоростей зависитъ, по Шварцшильду, отъ относительнаго положенія направленія движенія

звѣздъ къ направленію вертекса; чѣмъ ближе совпадаютъ такія направленія, тѣмъ болѣе звѣздъ по нимъ движутся, и менѣе всего звѣзды движутся въ направленіи, перпендикулярномъ къ большой дорогѣ (по наименьшему радіусу эллипсоида).

Убѣдительнымъ подтвержденіемъ реальности разсмотрѣнныхъ особенностей въ собственныхъ движеніяхъ звѣздъ явилось бы обнаруженіе ихъ при посредствѣ второй составляющей звѣзднаго движенія—лучевой скорости.

Такія изслѣдованія могли быть произведены только въ самое послѣднее время. Гилленбергъ (Gyllenberg) нашемъ, что распредѣленіе скоростей находится въ согласіи съ трехоснымъ эллипсоидомъ, который, однако, сплющенъ перпендикулярно къ плоскости Млечнаго Пути для всѣхъ звѣздъ, за исключеніемъ звѣздъ типа В.

Тотъ же вопросъ былъ изслѣдованъ Эддингтономъ и Хэртли (Hartley), поставившими также въ основу своего опредѣленія распредѣленіе звѣздныхъ скоростей по эллипсоидальному закону Шварцшильда. Они нашли изъ движенія 1086 звѣздъ спектральныхъ классовъ отъ А до М, что въ общемъ лучевыя скорости обнаруживаютъ направленіе наибольшей оси эллипсоида, иначе говоря—направленіе вертекса, очень близкое къ тому значенію, которое получается изъ собственныхъ движеній, а именно координаты вертекса выражаются: $\alpha = 94^\circ.6$, $\delta = +12^\circ.5$.

При этомъ обнаружились, однако, и существенныя аномаліи. Такъ, напримѣръ, звѣзды типа G проявили значительныя и необъяснимыя отклоненія отъ общаго направленія преимущественнаго движенія. Звѣзды типа А показываютъ для направленія наименьшей оси положеніе галактическаго полюса; но въ другихъ спектральныхъ типахъ звѣздъ средняя и меньшая оси не обнаруживаютъ явной связи съ Млечнымъ Путемъ. Стремленія двигаться въ направленіи вертекса вовсе не обнаруживается въ самыхъ раннихъ подраздѣленіяхъ спектральнаго типа А, но оно уже проявляется въ послѣдующихъ его подраздѣленіяхъ. Авторы указываютъ, такъ же какъ и Гилленбергъ, еще и на нѣкоторыя другія частности и аномаліи, связанныя съ отдѣльными спектральными типами звѣздъ.

Во всякомъ случаѣ, полученные до сихъ поръ результаты систематичности звѣздныхъ движеній надо принимать лишь за первое приближеніе къ распознанію изъ наблюденій закона, управляющаго этими движеніями. Самый характеръ явленія подвергается, какъ мы видѣли, недостаточно согласуемой между собою двойственной интерпретаціи. Одна, опирающаяся на фактъ существованія двухъ излюбленныхъ направленій въ звѣздныхъ движеніяхъ, склоняется ко взгляду на нашу звѣздную систему, какъ на нагроможденіе или встрѣчу двухъ разныхъ звѣздныхъ системъ, притомъ лишенную и признаковъ динамическаго или статическаго равновѣсія, и

имѣющую, вѣроятнѣе всего, неправильную, а, можетъ быть, какъ иные думаютъ, и спиральную форму. Другая, носящая въ себѣ отзвуки вѣковыхъ взглядовъ на нашу звѣздную систему какъ на единый организмъ, основывается на выводахъ Шварцшильда, показавшаго, что тѣ же явленія движеній могутъ быть объяснены, безъ подраздѣленія на двѣ системы, предположеніемъ о распредѣленіи звѣздныхъ скоростей движеній по эллипсоиду; эта интерпретація, не считая нашу систему находящейся въ состояніи равновѣсія, предполагаетъ, что она постоянно приближается къ такому состоянію; внѣшняя же форма системы, по этому взгляду, устанавливается, какъ эллипсоидъ вращенія.

Наблюденные же до сихъ поръ факты не перевѣшиваютъ ни въ ту ни въ другую сторону, какъ равно не являются рѣшающими и нынѣ развиваемыя теоретическія изслѣдованія, апеллирующія обыкновенно къ примѣняемой къ движенію звѣздъ кинетической теоріи газовъ.

Такимъ образомъ, нынѣ полученные результаты было бы правильнымъ считать лишь первыми шагами, сдѣланными тотчасъ послѣ отказа смотрѣть на движенія звѣздъ, какъ на вовсе лишенныя какой-либо закономѣрности. Тѣ же интерпретаціи, которыя имѣютъ силу сейчасъ, осторожнѣе трактовать пока скорѣе какъ рабочія гипотезы, чѣмъ какъ реальные законы движеній въ звѣздной системѣ, причемъ и кажущійся между ними антагонизмъ ослабѣваетъ, если условиться, что цѣль ихъ—чисто описательная; въ качествѣ же рабочихъ гипотезъ и та и другая имѣютъ свои преимущества.

Особеннымъ образомъ дѣло стоитъ съ группой звѣздъ, принадлежащихъ къ Оріонову (или геліевому) спектральному типу В по Гарвардской классификаціи.

Группа геліевыхъ звѣздъ оказалась движущейся очень медленно, въ среднемъ на 2″.4 въ столѣтіе, и притомъ такъ, что почти всѣ подобныя звѣзды движутся въ направленіи антіапекса. Иначе говоря, похоже на то, что ихъ движеніе есть почти исключительно параллактическое, то-есть, что эти звѣзды едва шевелятся въ пространствѣ.

Тѣмъ не менѣе, въ ихъ средѣ обнаружено стремленіе образовывать скопленія съ систематическимъ характеромъ движенія. Такое теченіе найдено, напримѣръ, въ Плеядахъ, въ Стрѣльцѣ, въ Персеѣ; и всѣ эти группы находятся въ поясѣ, близкомъ къ Млечному Пути. Число звѣздъ въ подобныхъ группахъ колеблется между нѣсколькими и примѣрно полутора десяткомъ. Повидимому, параллельное движеніе въ этихъ группахъ направлено къ антіапексу, но большой закономѣрности въ такихъ группахъ еще не обнаружено.

Такимъ образомъ, геліевы звѣзды какъ будто не принимаютъ участія въ движеній обоихъ звѣздныхъ потоковъ. По мнѣнію Хоома

(Halm), такими же особенностями обладаетъ еще значительное количество и другихъ звѣздъ, своей совокупностью образующихъ третій большой звѣздный потокъ. Этотъ третій потокъ, практически почти неподвижный въ пространствѣ, расположенъ преимущественно во Млечномъ Пути; однако, главное его направленіе совпадаетъ не съ плоскостью галактической зоны, а съ извѣстнымъ поясомъ яркихъ звѣздъ Гульда.

Повѣрочныя изслѣдованія частью подтверждаютъ существованіе третьяго потока, частью рѣшительно его отвергаютъ; слѣдовательно рѣшеніе вопроса о реальности существованія этого послѣдняго потока — а также и попытки установить существованіе и четвертаго потока—еще не назрѣло.

Между прочимъ, Тэрнеръ объясняетъ существованіе мелкихъ звѣздъ, почти неподвижныхъ въ пространствѣ, тѣмъ, что при колебаніи звѣздъ взадъ и впередъ по орбитѣ около центра наступаютъ моменты, когда движеніе какъ бы останавливается или почти останавливается. Совокупность подобныхъ остановившихся на время звѣздъ и составляетъ, по его мнѣнію, третій потокъ Хоома; принадлежность же большинства изъ нихъ одному и тому же спектральному классу вызывается общностью и одновременностью ихъ происхожденія изъ одной туманности.

Въ недавнее время группа звѣздъ типа В—всего въ числѣ 807—была изслѣдована Шарлье (Charlier) въ отношеніи ихъ распредѣленія и движенія

Шарлье предполагаетъ, что В—звѣзды имѣютъ всѣ приблизительно одинаковую яркость и притомъ настолько интенсивную, что онѣ еще имѣютъ блескъ 8-й величины на томъ разстояніи, которое этотъ астрономъ — конечно, съ извѣстной произвольностью, — считаетъ предѣлами звѣздной вселенной. Благодаря этому, Шарлье полагаетъ возможнымъ, съ помощью такихъ звѣздъ, выяснить характеръ остова Млечнаго Пути.

Онъ нашелъ, что В—звѣзды образуютъ хорошо ограниченное звѣздное скопленіе, со сравнительно сгущеннымъ центромъ и постепеннымъ разрѣженіемъ числа звѣздъ до разстоянія въ 150—200 сиріометровъ [1]), послѣ чего звѣздъ этого типа болѣе не обнаруживается.

Центръ скопленія, который Шарлье съ сомнительной основательностью принимаетъ совпадающимъ съ центромъ нашей звѣздной системы, расположенъ въ направленіи $\alpha = 7^{ч}.7$, $\delta = -55^{0}.6$, въ созвѣздіи Корма (Корабля),—эта часть неба описана Джономъ Гершелемъ, какъ одна изъ наиболѣе красивыхъ. Разстояніе отъ центра скопленія до Солнца онъ исчисляетъ въ 18.2 сиріометра. Выясняемая по В - звѣздамъ

---

[1]) *Прим.* Сиріометръ=милліону астрономическихъ единицъ (разстояній отъ Солнца до Земли) и соотвѣтствуетъ параллаксу въ 0″.206.

вселенная имѣетъ въ направленіи Млечнаго Пути протяженіе почти въ три раза больше, чѣмъ въ направленіи его полюсовъ. Плотность же распредѣленія этихъ звѣздъ составляетъ лишь 0.0026 звѣзды на кубическій сиріометръ, при чемъ предѣлами выведенной въ этомъ предположеніи вселенной являются около 150 сиріометровъ въ галактической плоскости и около 50 такихъ же единицъ въ перпендикулярномъ къ ней направленіи.

Скорости звѣздныхъ движеній, по Шарлье, совпадаютъ съ эллипсоидальной гипотезой, причемъ, однако, не обнаруживается того предпочтительнаго движенія звѣздъ въ плоскости Млечнаго Пути, которое проявляется звѣздами другихъ типовъ.

Лучевыя скорости звѣздъ типа A, изслѣдованныя Пиррайномъ, Плэммеромъ (H. C. Plummer) и др., обнаружили очень опредѣленно тотъ фактъ, что онѣ увеличиваются съ приближеніемъ къ Млечному Пути. Такъ, по Плэммеру, среднія скорости составляютъ: для галактическихъ широтъ $\pm 90^0 - \pm 60^0$ — 5.6 килом. въ сек., для $\pm 60^0 - \pm 30^0$ — 9.2 кил. и для $\pm 30^0 - 0^0$ — 13.0 килом. Пиррайнъ же доказалъ, что, въ то время какъ для звѣздъ другихъ спектральныхъ типовъ величина лучевой скорости возрастаетъ съ ослабленіемъ яркости, въ предѣлахъ Млечнаго Пути всѣ подраздѣленія этого спектральнаго класса рѣшительно показываютъ обратное явленіе: для яркихъ звѣздъ скорости больше, чѣмъ для слабыхъ; однако, внѣ предѣловъ галактической зоны звѣзды того же типа не проявляютъ болѣе указанной аномаліи. При этомъ еще яркія галактическія звѣзды A показываютъ скорости, значительно большія, чѣмъ яркія звѣзды другихъ классовъ. Вся совокупность фактовъ приводитъ къ выводу, что A—звѣзды имѣютъ явную тенденцію двигаться параллельно Млечному Пути.

Нѣкоторые изслѣдователи (Кэмпбелль, Пиррайнъ) заключаютъ, что лучевая скорость вообще увеличивается съ приближеніемъ къ Млечному Пути, но особенно у звѣздъ раннихъ типовъ; однако, звѣзды типы B, а также вся совокупность звѣздъ, обнаруживаютъ эту тенденцію значительно слабѣе, чѣмъ звѣзды класса A. Звѣзды же, обладающія самыми большими скоростями, проявляютъ рѣшительное предпочтеніе ко Млечному Пути. Согласно Пиррайну, 75% звѣздныхъ скоростей, большихъ 50 килом., находятся между $\pm 40^0$ галактической широты, а 40% между предѣлами $\pm 20^0$ тѣхъ же широтъ.

Пиррайнъ изслѣдовалъ также движеніе планетныхъ туманностей въ отношеніи предпочтительнаго направленія ихъ движеній. Онъ могъ использовать только очень ограниченные матеріалы, всего лишь 15 планетныхъ туманностей, и эта ограниченность придаетъ изслѣдованіямъ Пиррайна предварительный лишь характеръ.

Онъ нашелъ, что планетныя туманности показываютъ въ своихъ движеніяхъ предпочтеніе къ областямъ вертексовъ эллипсоидальнаго

звѣзднаго движенія, преимущественно къ тому, который близокъ къ $\alpha = 18^h$. Немногочисленныя лучевыя скорости этихъ тѣлъ, которыя извѣстны, также показываютъ больше движеній въ направленіи осей эллипсоида. Въ отдѣльности 8 туманностей показываютъ скорость въ 32 килом. для большой оси и 5 туманностей величину скорости въ 18.6 килом. для малой оси.

Общее же распредѣленіе этихъ объектовъ, по Пиррайну, даетъ болѣе строгую очевидность ихъ предпочтенія къ направленію движенія по эллипсоидальнымъ осямъ, особенно къ области около $\alpha = 18^h$.

Эти факты лишній разъ подтверждаютъ принадлежность планетныхъ туманностей къ нашей звѣздной системѣ.

Замѣтимъ вскользь, что понятное нетерпѣніе заставило нѣкоторыхъ астрономовъ дѣлать попытки опредѣленія подобныхъ же систематическихъ движеній въ спиральныхъ туманностяхъ, а также и опредѣленія движенія нашей звѣздной системы относительно другихъ спиральныхъ туманностей, принимаемыхъ за аналогичныя ей системы.

Такія опредѣленія были сдѣланы, во-первыхъ, Трэманомъ (Truman) и затѣмъ независимо Юнгомъ (Joung) и Харперомъ (Harper) Ими получено:

	Скорость	Апексъ α	Апексъ δ
Трэманъ	—670 килом.	$20^h\ 0^m$.	$-20^\circ\ 0'$
Юнгъ и Харперъ	—598	20 24	—12 10

Направленіе этого предполагаемаго движенія нашей звѣздной системы—къ мѣсту неба между созвѣздіями Стрѣльца и Козерога, въ 60° отъ южнаго полюса Млечнаго Пути.

Конечно, всѣ подобныя изслѣдованія слишкомъ еще преждевременны, и мы о нихъ упоминаемъ лишь въ виду интереса, представляемаго самимъ вопросомъ.

Вырисовавшаяся до сихъ поръ картина звѣздныхъ движеній, которую въ грубомъ сравненіи можно уподобить явленію, наблюдаемому на большой дорогѣ, гдѣ существуютъ два непрерывныхъ встрѣчныхъ людскихъ потока,—предполагаетъ прямолинейныя и равномѣрныя движенія звѣздъ.

Именно такими они и рисуются изъ наблюденій за тотъ сравнительно короткій срокъ, въ теченіе которыхъ послѣднія производились; при этомъ, само собою разумѣется, исключается случай двойныхъ звѣздъ, такъ какъ, въ смыслѣ нашего разсмотрѣнія, такія системы должны быть принимаемы за отдѣльные звѣздные индивидуумы.

Но, конечно, нельзя допустить, чтобы, при наличности всемірна-

го тяготѣнія, движенія звѣздъ оставались бы вообще прямолинейными и равномѣрными, такъ какъ каждое изъ небесныхъ тѣлъ стремится звѣздное движеніе закривить.

Столь мощнаго небеснаго тѣла, которое своей колоссальной массой управляло бы звѣздными движеніями во вселенной подобно тому, какъ Солнце управляетъ планетными движеніями въ своемъ мірѣ,— почти навѣрное не найдется. Но въ существованіи подобнаго притягательнаго центра не встрѣчается и надобности, такъ какъ такую же роль могутъ исполнять многомилліонныя усилія звѣздныхъ тѣлъ.

Правда, притягательное дѣйствіе каждой отдѣльной звѣзды на каждую другую совершенно ничтожно. Даже для самыхъ близкихъ изъ нихъ между собою оно первоначально вызываетъ скорость, лишь равную долямъ сантиметра въ часъ. Съ теченіемъ времени этотъ эффектъ, конечно, усиливается и, по прошествіи очень значительнаго срока, исчисляемаго сотнями милліоновъ лѣтъ, вызванная такимъ притяженіемъ скорость можетъ достигнуть той величины, которая наблюдается и въ дѣйствительныхъ звѣздныхъ движеніяхъ. Однако, еще много ранѣе, чѣмъ такой эффектъ будетъ вызванъ вліяніемъ другъ на друга, звѣзды разойдутся и притомъ настолько далеко, что практически ихъ взаимное притяженіе можетъ быть приравнено нулю. Слѣдовательно, не въ притягательномъ вліяніи отдѣльныхъ звѣздъ слѣдуетъ искать тотъ очагъ, который регулируетъ ихъ движенія.

Иной эффектъ получается, если взять въ разсмотрѣніе общее притяженіе всей звѣздной системы въ цѣломъ. Въ этомъ случаѣ притягательное дѣйствіе не только сильно возрастаетъ количественно, но значительно увеличивается и его продолжительность, а эта причина уже можетъ дѣйствовать вполнѣ осязательно на закривленіе звѣздныхъ путей, особенно если принять еще въ соображеніе вліяніе несвѣтящихся небесныхъ тѣлъ — число которыхъ во всякомъ случаѣ должно быть огромно,—а въ частности и колоссальныхъ несвѣтящихся туманностей.

Подъ такимъ угломъ зрѣнія и слѣдуетъ разсматривать вопросъ о наблюденныхъ звѣздныхъ движеніяхъ. Какъ взгляды Каптейна и Эддингтона на предпочтительное движеніе звѣздъ въ двухъ излюбленныхъ направленіяхъ, такъ равно и гипотеза Шварцшильда объ эллипсоидальномъ распредѣленіи звѣздныхъ скоростей являются только лишь исканіями. Разрѣшеніе же вопроса будетъ дано теоретическими изслѣдованіями, которыя по данному вопросу еще только нарождаются. Во всякомъ случаѣ, à-priori нѣтъ видимыхъ основаній къ приписыванію звѣзднымъ орбитамъ исключительно замкнутой формы.

При этихъ условіяхъ обращаетъ на себя вниманіе попытка Тэрнера объяснить явленіе звѣздныхъ потоковъ, какъ результатъ притяженія звѣздъ къ центру всей системы; въ послѣдней Тернеръ не до-

пускаетъ двойственнаго характера, а полагаетъ, что она является фактически цѣлымъ и конечнымъ по протяженію организмомъ, который, въ качествѣ перваго и грубаго приближенія, можно считать сферичнымъ и однороднымъ. Онъ полагаетъ, что наблюденное стремленіе звѣздъ двигаться предпочтительно въ двухъ направленіяхъ указываетъ на движеніе звѣздъ по вытянутымъ орбитамъ къ общему центру тяжести и обратно отъ нея. При такихъ условіяхъ большое число звѣздъ движется взадъ и впередъ черезъ центръ системы подъ дѣйствіемъ общаго ея притяженія.

Одинъ изъ двухъ вертексовъ, опредѣляемыхъ по Эддингтону положеніями: $\alpha=94^0.2$, $\delta=+11^0.9$ и $\alpha=274^0.2$, $\delta=-11^0.9$, указываетъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, на направленіе центра тяжести звѣздной системы. Рѣшеніе вопроса о томъ, какой именно изъ вертексовъ исполняетъ эту роль, Тэрнеръ ищетъ въ томъ признакѣ, что близъ центра тяжести долженъ быть избытокъ слабыхъ звѣздъ, въ противоположномъ же направленіи—ихъ относительный недостатокъ. Изслѣдовавши въ данномъ отношеніи составленныя авторомъ этой книги карты распредѣленія звѣздъ, Тэрнеръ приходитъ къ выводу, что на центръ указываетъ вертексъ $\alpha=94^0.2$, $\delta=+11^0.9$,

Въ данномъ случаѣ можетъ быть установлена такая аналогія. Въ нашей солнечной системѣ кометы имѣютъ очень удлиненныя орбиты, и поэтому онѣ представляются движущимися изъ пространства почти прямолинейно по отношенію къ Солнцу. Наблюдатель, находящійся на отдаленнѣйшей изъ планетъ—Нептунѣ, могъ бы видѣть, какъ мимо него дефилируютъ кометы въ двухъ встрѣчныхъ направленіяхъ, образуя собою два потока, схожихъ съ тѣми, какіе вырисовываются въ звѣздныхъ движеніяхъ. Отсюда можно было бы справедливо заключить, что центръ притяженія находится на линіи ихъ движенія, и затѣмъ опредѣлить, въ какомъ именно направленіи онъ расположенъ.

Эта аналогія, кажется, можетъ быть распространена и на звѣздныя движенія въ потокахъ.

По поводу обнаруженныхъ особенностей въ распредѣленіи звѣздныхъ движеній намъ кажется полезнымъ обратить вниманіе еще на слѣдующія обстоятельства.

Излѣдованія Каптейна были произведены надъ звѣздами каталога Брадлея—Ауверса, т.-е. почти исключительно надъ яркими звѣздами. Эддингтонъ пользовался движеніями очень многихъ звѣздъ 7—9 величины, но преимущественно такихъ, которыя расположены вокругъ сѣвернаго полюса міра и въ среднихъ частяхъ сѣвернаго небеснаго полушарія. То же въ общемъ приходится сказать и о матеріалахъ, использованныхъ другими излѣдователями, между прочимъ, и

Дайсономъ, который использовалъ для своего изслѣдованія звѣзды, выдѣляющіяся значительнымъ собственнымъ движеніемъ, а, слѣдовательно, особенно близкія къ намъ.

Но мы уже указывали на то, что почти всѣ окружающія насъ звѣзды въ южномъ направленіи до среднихъ разстояній звѣздъ $6^1/_2$ — 7-й величины, а въ сѣверномъ небесномъ полушаріи по меньшей мѣрѣ до среднихъ разстояній звѣздъ 9—10 величины, входятъ въ составъ звѣзднаго облака, названнаго нами первымъ. Оно включаетъ въ себя, какъ извѣстно, Солнце, и это облако входитъ однимъ изъ членовъ въ общую цѣпь звѣздныхъ облаковъ, составляющую своей совокупностью Млечный Путь.

Такимъ образомъ, и приходится заключить, что полученныя Каптейномъ и другими астрономами характерныя черты въ распредѣленіи звѣздныхъ движеній не относятся, какъ это обыкновенно полагаютъ, ко всей звѣздной системѣ, въ цѣломъ, олицетворяемой Млечнымъ Путемъ; онѣ относятся только къ первому звѣздному облаку. Слѣдовательно, въ этомъ именно облакѣ и найдены нѣкоторые слѣды закономѣрности движеній, но о другихъ звѣздныхъ облакахъ, а стало быть и о всемъ Млечномъ Пути, мы въ данномъ отношеніи находимся еще въ полной неизвѣстности [1]).

Въ частности, еще первоначальныя изслѣдованія звѣздныхъ движеній Дайсономъ показали, что свойство двигаться въ двухъ потокахъ проявляютъ особенно сильно звѣзды, обладающія большою скоростью, то-есть, иначе говоря, болѣе близко расположенныя къ Солнцу; такъ и должно быть, если движеніе въ потокахъ свойственно нашему облаку.

Каптейномъ было обнаружено, что звѣзды, обладающія болѣе значительнымъ собственнымъ движеніемъ, примѣрно отъ 5″ въ столѣтіе и выше, распредѣлены по небу приблизительно равномѣрно; если же включать въ разсмотрѣніе также и звѣзды, обладающія малымъ собственнымъ движеніемъ, то въ нихъ замѣчается все усиливающаяся тенденція скопляться къ Млечному Пути. Этотъ результатъ былъ, однако, признанъ сомнительнымъ и вызваннымъ случайными обстоятельствами.

Недавно Дайсонъ и Зсекирэй (W. G. Thackeray) изслѣдовали собственныя движенія 12 000 звѣздъ, находящихся въ зонѣ отъ $\delta = +24^0$ до $\delta = +32^0$. Характеръ распредѣленія движеній по двумъ потокамъ

---

1) *Прим.* Между прочимъ, въ такомъ предположеніи становится болѣе правдоподобной и та часть гипотезы Эддингтона, объясняющей зависимость между скоростью звѣздныхъ движеній и ихъ спектральнымъ классомъ, въ основу которой онъ ставитъ допущеніе, будто во вселенной въ центральныхъ частяхъ было сосредоточено больше массы (матеріала, послужившаго для формированія звѣздъ), а къ ея периферіи меньше (стр. 140). Во всей вселенной, въ ея цѣломъ, это едва ли было такъ, но въ отдѣльныхъ облакахъ звѣздъ такое предположеніе вполнѣ допустимо.

оказался нѣсколько различнымъ для звѣздъ съ разной величиной собственнаго движенія; тѣмъ не менѣе существованіе двухъ потоковъ ясно обрисовалось, но вовсе не обнаружилось существованія третьяго потока; числа звѣздъ, движущихся въ двухъ потокахъ, относятся между собой, какъ 4:3. При этомъ, однако, опять большія скорости дали лучшее схожденіе, малыя же показали замѣтныя расхожденія.

Изслѣдователи разсмотрѣли также распредѣленіе собственныхъ движеній относительно Млечнаго Пути, причемъ подтвердился вышеупомянутый выводъ Каптейна. Въ данномъ случаѣ собственныя движенія, отъ 6″ въ столѣтіе и выше, не проявили скопленія къ Млечному Пути: они распредѣлены въ разныхъ галактическихъ широтахъ почти равномѣрно. Наоборотъ, звѣзды съ движеніемъ, отъ 5″ въ сто лѣтъ и еще меньше, проявили явственно тенденцію возрастать къ Млечному Пути.

Столь узкая зона не можетъ, конечно, позволить сдѣлать по ней рѣшительный выводъ; однако кажется, что явленіе происходитъ именно такъ, какъ должно вытекать изъ сдѣланнаго нами предположенія. Значительныя собственныя движенія присущи ближайшимъ отъ насъ звѣздамъ, которыя, будучи въ предѣлахъ перваго облака, разбросаны отъ насъ приблизительно равномѣрно во всѣ стороны; онѣ показываютъ рѣзче, чѣмъ отдаленныя звѣзды, движеніе по двумъ излюбленнымъ направленіямъ, но вовсе не показываютъ—и не должны показывать—скопленія къ средней плоскости Млечнаго Пути. Наоборотъ, болѣе отдаленныя и обладающія меньшимъ собственнымъ движеніемъ звѣзды, которыя собою опредѣляютъ контуры облака, должны болѣе сильно подчеркнуть свое накопленіе къ галактической плоскости. Это именно и наблюдается.

Такимъ образомъ, наблюденныя до сихъ поръ движенія отдѣльныхъ звѣздъ, или, по крайней мѣрѣ, ихъ большая часть, управляются, вѣроятнѣе всего, силою притяженія не всего звѣзднаго комплекса—вселенной, а въ данномъ случаѣ именно перваго звѣзднаго облака. Объ интимномъ механизмѣ этихъ явленій мы ничего не знаемъ, но, очевидно, ничто не препятствуетъ тому, чтобы одна часть звѣздъ двигалась вокругъ центра тяжести облака въ одномъ направленіи, другая же въ направленіи противоположномъ. Примѣръ этому, но въ миніатюрномъ размѣрѣ, мы наблюдаемъ въ движеніяхъ спутниковъ Юпитера и Сатурна.

Курвуазье (Courvoisier) искалъ орбитальнаго движенія въ совмѣстно движущейся группѣ звѣздъ въ созв. Большой Медвѣдицы (стр. 144). Онъ нашелъ, что плоскость орбитъ этихъ звѣздъ представляется расположенной параллельно Млечному Пути, а центръ кривизны найденъ имъ на разстояніи 930 парсекъ въ направленіи къ созв. Лебедя. Періодъ обращенія звѣздъ имѣетъ порядокъ около 180 милліо-

новъ лѣтъ. Этотъ результатъ[1]) согласуется съ нашимъ предположеніемъ объ орбитальномъ движеніи звѣздъ въ предѣлахъ перваго облака, а равно и о томъ, что въ групповыхъ движеніяхъ звѣздъ наблюдается не реальное явленіе, а вырисовываются отдѣльные штрихи неизвѣстнаго еще движенія во всемъ нашемъ звѣздномъ комплексѣ, въ данномъ случаѣ первомъ облакѣ. Именно въ направленіи созвѣздія Лебедя и должно искать положенія центра тяжести этой системы. Шарлье, правда, вывелъ по В-звѣздамъ иное направленіе (стр. 315) центра группы, которую онъ отождествляетъ со всѣмъ Млечнымъ Путемъ. Но онъ едва ли правъ: найденный имъ центръ и долженъ быть именно центромъ одной только группы звѣздъ опредѣленнаго спектральнаго типа.

Если мы теперь вспомнимъ, что нашему разсмотрѣнію доступна небольшая только часть вселенной, именно уголокъ пространства, ближайшаго къ намъ, то не удивительно, что мы не знаемъ еще общаго закона, управляющаго движеніями звѣздъ въ нашемъ облакѣ. Но представляется, что звѣздные комплексы едва ли составляютъ такія неизмѣнныя со временемъ системы, примѣромъ которыхъ, благодаря особо сложившимся условіямъ устойчивости, является наша солнечная система. Аналогія съ другими видами небесныхъ тѣлъ, между которыми вообще существуетъ много переходныхъ звеньевъ, связывающихъ ихъ въ общую эволюціонную цѣпь, въ данномъ случаѣ аналогія съ кометами,—а, быть можетъ, также и со спутниками планетъ,—указываетъ на насильственное включеніе, силою притяженія, чуждыхъ до того небесныхъ тѣлъ въ составъ нашей солнечной системы. Подобнымъ же образомъ и звѣзды, находящіяся на предѣлахъ отдѣльныхъ облаковъ или въ промежуточныхъ между ними районахъ, могутъ, подпадая подъ дѣйствіе достаточно мощнаго притяженія звѣздныхъ комплексовъ или даже отдѣльныхъ звѣздъ, выходить изъ состава одного облака и входить въ другое. Звѣздную вселенную можно было бы себѣ представлять поэтому, какъ вѣчно измѣнчивый организмъ, хотя бы такія измѣненія происходили въ чрезвычайно долгіе промежутки времени.

---

[1]) *Прим.* Въ виду обстоятельствъ военнаго времени, авторъ не располагалъ подлинной статьей Курвуазье, а познакомился съ ней лишь по рецензіи въ M. Not. (1917 г.).

XIV.

Заключенiе.

Мы долго занимались разсмотрѣнiемъ доступныхъ для насъ сторонъ вселенной; теперь пора остановиться, чтобы бросить общiй взглядъ на пройденный путь.

Озираясь на него, мы прежде всего должны отмѣтить скудость того матерiала, съ которымъ астрономы вынуждены оперировать. Строго говоря, добытые результаты вовсе не малы сами по себѣ. Но они кажутся ничтожными по сравненiю съ величiемъ задачи.

Въ темномъ безпредѣльномъ пространствѣ до сихъ поръ сдѣлано ощупью только нѣсколько неувѣренныхъ шаговъ. И на основанiи такихъ шаговъ, мы должны выяснить, что именно представляетъ собою вся безграничная даль...

Мысль невольно переходитъ къ слѣдующимъ шагамъ. И приходится констатировать, что успѣхъ завоеванiй путемъ единоличныхъ усилiй становится все менѣе возможнымъ. Вырисовывается острая необходимость въ кооперацiи, въ привлеченiи къ этому дѣлу совмѣстныхъ усилiй армiи работниковъ и многихъ учрежденiй.

Къ такимъ кооперативнымъ дѣйствiямъ астрономы уже начали прибѣгать, и самымъ выдающимся предпрiятiемъ является нынѣ изготовляемая фотографическая карта неба. На эту карту, вмѣстѣ съ сопутствующимъ ей фотографическимъ каталогомъ звѣздъ, устремляются взоры и надежды тѣхъ, кто ждетъ дальнѣйшаго освѣщенiя вопроса о строенiи вселенной.

Но до того времени, пока осуществятся столь широкiя перспективы, намъ, современникамъ, конечно, не дожить. Между тѣмъ мысль плохо мирится съ такой безнадежностью и съ необходимостью ждать. И поэтому въ ожиданiи, пока двинется на завоеванiя вся армiя, производятся рекогносцировочныя развѣдки.

Удачный планъ подобной рекогносцировки—по своему существу аналогичный „черпкамъ" обоихъ Гершелей— намѣченъ Каптейномъ,

для выясненія геометрическаго строенія вселенной и распредѣленія въ ней звѣздъ. Каптейнъ предложилъ опредѣлять у звѣздъ слѣдующіе элементы: общую роспись звѣздъ, фотографическую и визуаль-



Рис. 128. Млечный Путь на южномъ небѣ, около созв. Южнаго Креста.

Фотографія снята въ Гановерѣ (Юж. Африка), съ экспозиціей въ 16 ч. 12 м. Въ центрѣ—Угольный Мѣшокъ въ созв. Южнаго Креста. Болѣе яркія звѣзды—Южный Крестъ и α и β Центавра.

ную ихъ величину, собственное движеніе, параллаксъ, классъ спектра и лучевую скорость, а также и общее свѣченіе неба. Опредѣленіе

этихъ элементовъ уже значительно подвинуло бы наши знанія о вселенной, однако, при томъ условіи, если такія опредѣленія охватятъ звѣзды до достаточно слабыхъ величинъ. Чтобы существенно двинуться впередъ по сравненію съ настоящимъ положеніемъ, слѣдуетъ взять за предѣльныя—звѣзды по крайней мѣрѣ не ярче 14-й величины. Именно это Каптейнъ и предлагаетъ. Но такъ какъ производство подобныхъ опредѣленій на всемъ небѣ явилось бы для современныхъ астрономовъ трудомъ невыполнимымъ, то Каптейнъ предлагаетъ произвести ихъ только на отдѣльныхъ площадяхъ неба. Онъ предполагаетъ — и, конечно, основательно, — что заключенія, выведенныя на основаніи изученія этихъ площадей, могутъ быть съ достаточнымъ правдоподобіемъ распространены на все небо. Для этой цѣли Каптейнъ избралъ 206 площадей—каждая въ формѣ квадрата со сторонами въ 75′ или же круга съ радіусомъ въ 42′, — распредѣленныхъ равномѣрно по небу,—съ центрами по кругамъ склоненій, отстоящихъ между собой на 15°,—и симметрично относительно плоскости Млечнаго Пути, и, кромѣ того, еще 46 площадей, предназначенныхъ для спеціальнаго изслѣдованія Млечнаго Пути. Въ этотъ послѣдній списокъ вошли площади, захватывающія наиболѣе богатыя и наиболѣе бѣдныя мѣста галактической зоны, а также мѣста, гдѣ Млечный Путь имѣетъ „развѣтвленіе", выступы или отростки и темныя области, называемыя обыкновенно угольными мѣшками; въ этотъ же списокъ включены и нѣкоторыя другія мѣста небесной сферы, представляющія тотъ или иной спеціальный интересъ.

Но даже и эта программа работъ чрезвычайно велика. Она охватываетъ опредѣленіе элементовъ для нѣсколькихъ сотъ тысячъ звѣздъ. Каптейнъ поэтому ограничиваетъ свою программу. Для той ея части, которая касается собственныхъ движеній и параллаксовъ, онъ предлагаетъ находить эти два элемента только для одной десятой общаго числа звѣздъ на площадяхъ. Опредѣленіе же спектральнаго класса и лучевой скорости онъ считаетъ возможнымъ только для звѣздъ не слабѣе 9-й величины. Однако, и съ такими ограниченіями выполненіе программы Каптейна, начатое уже нѣкоторыми обсерваторіями, отниметъ, вѣроятно, не менѣе двухъ десятилѣтій.

Мы попытаемся въ дальнѣйшихъ строкахъ резюмировать въ краткихъ словахъ возможныя воззрѣнія на строеніе вселенной. Въ этой обрисовкѣ неустранимо будутъ проглядывать нѣкоторые взгляды субъективнаго свойства.

Окружающее насъ пространство, въ общежитіи называемое небомъ, заполнено разсѣянной въ разныхъ мѣстахъ матеріей, находящейся вообще въ различномъ состояніи. Большія массы такой матеріи воспринимаются глазомъ въ видѣ звѣздъ и туманностей. Болѣе

мелкія массы—въ видѣ планетъ, затѣмъ кометъ; мельчайшія—подъ видомъ метеоровъ и космической пыли.

Звѣзды представляютъ собою очень крупныя массы матеріи, но отдаленныя столь громадными разстояніями, что кажутся намъ только матеріальными точками. Несравненно болѣе колоссальныя пространства занимаютъ туманности, представляющія собою частью газообразный, частью крайне разрѣженный космическій матеріалъ, частью же и звѣздные агрегаты.

Звѣздная армія состоитъ изъ небесныхъ тѣлъ различной яркости, начиная отъ такихъ, которыя ярче Солнца въ тысячи и десятки тысячъ разъ, до такихъ, которыя во столько же разъ слабѣе его по яркости. Большое количество звѣздъ свѣтятся очень слабо или вовсе не свѣтятся. Поэтому и бываетъ, что звѣзды разной яркости встрѣчаются отъ насъ на одномъ и томъ же разстояніи.

Существованіе въ небесномъ пространствѣ темныхъ (не свѣтящихся) тѣлъ обнаруживается по ихъ притягательнымъ вліяніямъ на другія тѣла, по затмеванію темными болѣе яркихъ звѣздъ, по большому количеству спектрально-двойныхъ, по воспламененію новыхъ звѣздъ, по аналогіи съ солнечной системой и проч.

Болѣе яркія звѣзды, имѣющія бѣло-голубоватую окраску, горячѣе другихъ. Онѣ являются огромными газовыми шарами очень высокой температуры. Въ цвѣтѣ звѣздъ вообще отражается фаза развитія этихъ міровъ. Болѣе охлажденныя звѣзды представляются оранжевыми и красными.

Многія звѣзды связаны въ физическія системы изъ двухъ, а иногда и болѣе, отдѣльныхъ составляющихъ тѣлъ. Очень тѣсно сближенныя и физически связанныя между собою системы обнаруживаются въ качествѣ спектрально-двойныхъ и отчасти въ качествѣ перемѣнныхъ звѣздъ.

Можно считать установленнымъ, что ближайшая окружающая насъ масса этихъ небесныхъ тѣлъ, до среднихъ разстояній звѣздъ 9—10-й величины, разбита на нѣсколько отдѣльныхъ сгущеній, или звѣздныхъ облаковъ. Эти облака частью соприкасаются, частью отдѣлены сравнительно пустыми промежутками.

Звѣздныя облака расположены въ слоѣ, совпадающемъ со слоемъ пространства, включающемъ въ себѣ Млечный Путь, но лежатъ въ немъ не на одномъ уровнѣ, а находятся одни выше, другія ниже.

Размѣры этихъ облаковъ различны. Число заключающихся въ нихъ звѣздныхъ міровъ измѣняется между десятками и сотнями тысячъ.

Каждое изъ звѣздныхъ облаковъ, возможно, раздѣляется на болѣе мелкіе агрегаты, иногда тѣсно скученные и представляющіеся въ видѣ звѣздныхъ скопленій. Въ томъ облакѣ, въ составъ котораго входитъ Солнце, замѣчается, напримѣръ, небольшое скопленіе звѣздъ, имѣющее одинаковый спектральный типъ, родственный нашему цент-

ральному свѣтилу. Наблюдаются также и группы звѣздъ одинаковаго спектральнаго типа.

Солнце, вмѣстѣ съ Землей и другими членами своей системы, расположено въ одномъ изъ облаковъ, въ которое входятъ почти всѣ звѣзды, видимыя невооруженнымъ глазомъ. Звѣзды же болѣе слабыя входятъ въ это облако лишь частью,—именно тѣ изъ нихъ, которыя видны въ направленіи созвѣздія Лебедя и ближайшаго къ нему небеснаго района.

Солнце занимаетъ мѣсто на оконечности этого звѣзднаго облака, являющагося однимъ изъ рядовыхъ облаковъ Млечнаго Пути. Соображеніе о необязательно центральномъ положеніи Солнца во вселенной должно служить исходной точкой зрѣнія, при разсмотрѣніи вопроса объ ея строеніи.

Движеніе отдѣльныхъ звѣздъ не должно быть разсматриваемо, какъ происходящее въ единомъ цѣломъ организмѣ Млечнаго Пути. Такъ какъ послѣдній состоитъ изъ серіи отдѣльныхъ звѣздныхъ агрегатовъ, то неизбѣжно приходится допустить физическую связь между членами такого агрегата. Въ этомъ предположеніи недопустимо, чтобы звѣзды могли переходить послѣдовательно изъ одного звѣзднаго облака въ другое, не подчиняясь силѣ притяженія. Болѣе вѣроятно, что каждая звѣзда движется въ предѣлахъ своего звѣзднаго облака около общаго центра тяжести данной системы. Такимъ же движеніемъ должны обладать находящіяся въ предѣлахъ тѣхъ облаковъ и массы туманностей.

Въ частности, обнаруженные Каптейномъ и другими слѣды закономѣрности въ движеніяхъ болѣе яркихъ и вообще болѣе близкихъ къ намъ звѣздъ должны быть относимы—большею своей частью—не ко всему Млечному Пути въ цѣломъ, а лишь ко входящему въ его составъ звѣздному облаку, членомъ котораго является и Солнце.

Еще нѣтъ достовѣрныхъ данныхъ для сужденія о пространственномъ распредѣленіи болѣе слабыхъ, а потому вообще и болѣе далекихъ звѣздъ, чѣмъ 10-й величины. Но несомнѣнно, что на очень далекихъ разстояніяхъ чрезвычайно большое число звѣздъ скоплено въ слоѣ Млечнаго Пути и сравнительно мало звѣздъ находится внѣ его.

Однако, представляется вѣроятнымъ, что облачный характеръ строенія простирается и на дальнѣйшія части Млечнаго Пути. На такое заключеніе наводитъ внѣшній видъ этой полосы, какимъ онъ представляется въ ясную ночь, особенно въ пространствѣ между созвѣздіями Лебедя и Стрѣльца: здѣсь бьетъ въ глаза цѣпь звѣздныхъ облаковъ. Подобную же картину можно видѣть и въ южной части Млечнаго Пути, и то же относится въ большей или меньшей мѣрѣ къ остальнымъ частямъ галактической полосы, въ извилинахъ которой можно подозрѣвать сгущенные хлопья звѣздныхъ міровъ. Слѣдовательно, невооруженному глазу Млечный Путь представляется на-

громожденіемъ звѣздныхъ облаковъ. Если не всѣ рисунки воспроизводятъ его такимъ, то это отчасти слѣдуетъ отнести къ предвзятому стремленію рисовавшихъ заполнить перерывы его сплошности. Приведенный взглядъ на структуру Млечнаго Пути подтверждается объективнымъ свидѣтельствомъ фотографій, на которыхъ хорошо выражено его облакообразное строеніе.

Косвеннымъ доказательствомъ правильности этого предположенія служитъ легкость и естественность, съ которой имъ объясняются всѣ аномаліи и особенности внѣшней структуры Млечнаго Пути.

Въ частности, детальное изслѣдованіе устанавливаетъ, что кажущееся развѣтвленіе Млечнаго Пути не есть реальное расщепленіе звѣздной системы. Оно является иллюзіей, вызываемой тѣмъ, что нѣсколько отдѣльныхъ звѣздныхъ облаковъ отъ Земли видны такъ, будто они расположены въ сторонѣ отъ главной массы Млечнаго Пути.

Слой изъ звѣздныхъ облаковъ, или Млечный Путь, долженъ имѣть наименьшее измѣреніе въ направленіи его полюсовъ. Пробная зондировка до среднихъ разстояній звѣздъ 16-й—17-й величины не обнаруживаетъ замѣтнаго уменьшенія въ этомъ направленіи числа звѣздъ. Въ другихъ направленіяхъ, особенно же вдоль Млечнаго Пути, наблюденія тѣмъ болѣе не показываютъ признаковъ исчерпанія числа звѣздъ. Если бы даже въ томъ или другомъ мѣстѣ уменьшеніе послѣднихъ и было бы замѣчено, то это могло бы объясняться также и существованіемъ здѣсь сравнительно беззвѣзднаго пространства между двумя сосѣдними облаками.

Поэтому звѣздную вселенную приходится представлять себѣ въ видѣ уходящаго въ безконечную даль слоя звѣздныхъ облаковъ, составляющихъ своей совокупностью Млечный Путь.

Переходя на время въ область космогоническихъ гипотезъ и считая за вѣрное предположеніе объ образованіи всѣхъ небесныхъ тѣлъ изъ первообразной матеріи—независимо отъ ея природы,—пришлось бы допустить, что первичная прародительская матерія, обнимавшая все пространство звѣздной вселенной, не сразу раздѣлилась на многіе милліарды клочьевъ, изъ которыхъ каждый далъ происхожденіе звѣздному міру. Такая матерія должна бы сначала разбиться на крупные клочья, и изъ этихъ обрывковъ и могли образоваться звѣздныя облака. При дальнѣйшемъ дробленіи прародительской матеріи въ предѣлахъ каждаго облака и должны бы сформироваться тѣ центры, изъ которыхъ получили происхожденіе разныя небесныя тѣла.

На Магеллановы Облака можно смотрѣть, какъ на оторванныя части матеріи, изъ которой развился Млечный Путь. Въ этихъ клочьяхъ происходилъ и происходитъ тотъ же процессъ эволюціи небесныхъ тѣлъ, какъ и въ организмѣ Млечнаго Пути.

Вопросъ о томъ, единственна ли во вселенной наша звѣздная система, олицетворяемая Млечнымъ Путемъ, или же существуютъ и

другія такія же системы, разрѣшается иногда въ пользу второго допущенія. При этомъ за другіе млечные пути принимаютъ большія бѣлыя туманности, во многихъ изъ коихъ обнаружено спиральное строеніе. Но именно звѣздная структура, а не состоящая изъ мелкихъ тѣлецъ, у такихъ объектовъ вообще еще не доказана. Поэтому здѣсь нельзя еще искать и подтвержденія многочисленности звѣздныхъ вселенскихъ системъ.

Съ другой стороны, симметричность въ расположеніи массъ туманностей по обѣ стороны звѣзднаго слоя не можетъ являться дѣломъ простого случая. Очевидно, существуетъ связь между звѣздной частью вселенной и ея частями, рисующимися въ формѣ туманныхъ объектовъ. Звѣздный слой, или собственно Млечный Путь, въ доступныхъ нашему умственному взору рамкахъ вселенной, занимаетъ срединное положеніе. Съ обѣихъ же его сторонъ парятъ массы туманностей, изъ которыхъ мы видимъ только болѣе близкія къ намъ. Болѣе же близкими являются тѣ, которыя, съ нашей точки зрѣнія, находятся близъ полюсовъ Млечнаго Пути.

Эти обстоятельства приводятъ къ заключенію, что при настоящемъ состояніи знаній приходится допустить существованіе только одной вселенской звѣздной системы—именно, только одного Млечнаго Пути.

Какъ далеко тянется Млечный Путь, имѣетъ ли онъ гдѣ-либо предѣлы, имѣютъ ли также предѣлы области, кишащія туманными пятнами,—остается еще неизвѣстнымъ. Можно лишь утвердительно сказать, что нигдѣ не усматривается предѣловъ ни протяженію срединнаго звѣзднаго слоя, ни боковыхъ слоевъ туманнаго матеріала. И если бы даже въ томъ или другомъ направленіи было обнаружено уменьшеніе количества свѣтящихся небесныхъ тѣлъ, то отсюда нельзя было бы дѣлать вывода о достиженіи въ этомъ направленіи предѣловъ вселенной. Помимо возможности вліянія погасанія свѣта, при прохожденіи небеснаго пространства, не приходится упускать изъ виду и того, что небесныя тѣла не обязаны непремѣнно и вездѣ свѣтиться.

Къ изложенному, въ существенномъ, и сводятся современныя свѣдѣнія о строеніи зданія вселенной.

Для каждаго поколѣнія туманъ, обволакивающій ближайшія части этого зданія, все сильнѣе разрѣжается. Вереница вѣковъ будетъ приводить насъ къ рѣшенію, все болѣе приближающемуся къ истинѣ. Мы станемъ проникать все далѣе въ невѣдомыя и неизслѣдованныя раньше области, будемъ изучать небесное пространство въ предѣлахъ сферъ съ постепенно возрастающимъ радіусомъ. И рамки вѣдомой вселенной станутъ непрерывно расширяться.

Но эти рамки уходятъ въ безконечность... И полнаго знанія строенія вселенной мы смогли бы достигнуть лишь при пониманіи идей безконечнаго пространства и безконечнаго времени.

Указатель предметовъ.

Аберрація свѣта 112—113.
Абсолютная величина звѣздъ 39, 83—85.
Абсолютный параллаксъ 114.
Альголь 32, 89 - 91, 160.
Альголевы звѣзды 89—91.
Альмагестъ 22, 49, 62, 127, 245.
Альціоне, какъ центръ вселенной 308—309.
Антальголевы звѣзды 96, 172.
Антіапексъ 147, 310, 315.
Апексъ 147—9.
„ вліяніе на его опредѣленіе спектральнаго класса звѣздъ 149.
„ опредѣленіе по лучевымъ скоростямъ 149.
„ опредѣленіе по собственнымъ движеніямъ 147—8.
Аргеландера способъ степеней 86—87.
Атмосферное погасаніе свѣта 38.

Безформенныя туманности 188.
Блескъ звѣздъ 86—110.
Близнецы созв. 31.
Большая Медвѣдица: созв. 27.
„ „ групповое движеніе 143—4.
Большая туманность Андромеды 193—7.
Большая туманность Оріона 166, 190—3.
Большое Магелланово Облако 210—212.
Большой Песъ созв. 32.
Быстрѣйшее движеніе: собственное звѣздъ 128, 130.
„ „ лучевое звѣздъ 135.
„ „ дѣйствительное звѣздъ 137.
Бэты (β) Лиры типъ перемѣнныхъ 96 и пр., 161.

Введеніе 3.
Величины звѣздъ 34—41.
„ „ абсолютныя 39, 83—85.
Вертексы 310—314.
Волосы Вереники созв. 32.
Вольфа-Райе звѣзды 73, 76, 107—108, 296.
Вращеніе Солнца 14.
Временныя (новыя) звѣзды 99—110.
Временная Тихо-Браге въ Кассіопеѣ 101.
„ Персея 101—104.
„ Орла 105—107.

Галактическія координаты 229—230.
Гарвардская спектральная классификація 74—78.
Геліевы звѣзды 73, 76, 145—6, 162, 296, 314—316.
Геркулеса звѣздное скопленіе 173, 176, 181—2.

Гиганты-звѣзды 82—84, 161.
Гипотезы космогоническія см. космогонія и туманности.
Гіадъ групповое движеніе 141—143.
Греческія созвѣздія 22.
Групповое движеніе звѣздъ 141—146.

Движеніе звѣздъ 125—150.
„ „ величина 128—130.
„ „ вліяніе движенія Земли 132—133.
„ „ вліяніе спектральнаго класса 136—140.
„ „ групповое 141—146.
„ „ дѣйствительное 136—137.
„ „ лучевое 131—140.
„ „ открытіе ихъ 127—128.
„ „ собственное 126—130.
„ „ таблицы лучевыхъ скоростей 134—135.
Движеніе звѣздъ во Млечномъ Пути 308—322.
Движеніе Солнца 146—150.
Двойныя звѣзды 113, 151—164.
„ „ критерій 153.
„ „ массы 155.
„ „ орбиты 154—156.
„ „ цвѣтъ 154.
Двойныя спектральныя звѣзды см. спектрально-двойныя.
Дельта (δ) Цефея 94—96, 160—161.
Дисперсія космическая 163.
Діаметры звѣздъ 82.
Долгота астрономическая 49, 50.
„ географическая 25.
Допплера принципъ 131.

Единица звѣздная 119.
Единство химическаго строенія вселенной 80—81.

Заключеніе 325—329.
Законъ Кирхгофа 66.
Зарожденіе звѣздъ 70 и пр.
Звѣздная величина Луны 40.
Звѣздныя величины 34—41.
Звѣздныя скопленія 170—183.
„ „ классификація 170.
„ „ неправильныя 171—173.
Звѣздныя скопленія перемѣнность 172—173.
„ „ разстоянія 172—176.
„ „ распредѣленіе на небѣ 301—304.
„ „ спектры 173.
„ „ цвѣтъ 173.
„ „ шарообразныя 173—175.
Звѣздный діаметръ угловой 37.
Зодіакъ 13.
Зодіакальный свѣтъ 13.

Измѣненіе блеска звѣздъ 86—110.
„ „ „ и цвѣта 88, 94—96, 101—103, 106.
„ „ „ спектра и яркости 93—96.
Измѣненія цвѣта звѣздъ 62—63.

Кальціевыя звѣзды 77.
Кальціевыя массы въ пространствѣ 162, 163, 207, 241.
Канопусъ 83, 309.
Карлики-звѣзды 82—84.
Карта фотографическаго каталога 56—57.
Карты звѣздъ 50.
Кассіопея созв. 29.
Касторъ 31, 152 и пр., 161.
Каталоги звѣздъ 50.
Каталогъ Астрономическаго общества 51.
„ Боннскій 51.
„ Большой фотографическій 53—57.
„ Брадлея 50—51, 128.
„ Кордобскій 52.
„ Мыса Доброй Надежды 52.
Классификація звѣздныхъ скопленій 170.
„ перемѣнныхъ звѣздъ 87 и пр.
„ спектральная гарвардская 74—78.
„ „ Локіера 78.
„ „ Секки 69—70.

Классификація спектральная Фогеля 74.
„ „ Рэсселя 78, 84, 225—227.
„ туманностей 187—188.
Кольцеобразная туманность Лиры 198—200.
Кольцеобразныя туманности 189.
Кометы 17.
Координаты астрономическія 25—26.
„ галактическія 229—230.
„ географическія 25.
„ эклиптикальныя 49—50.
Корона солнечная 12.
Космическая дисперсія 163.
Космогонія и туманности 213—227.
„ „ хаосъ 213—214.
Космогоническая гипотеза Аррениуса 220—224.
„ „ метеоритная 217—218.
„ „ небулярная 215—217.
„ „ Рэсселя 225—227.
„ „ Си 219—220.
Кратныя звѣзды 164.

Лебедь созв. 32.
Лебедя групповое движеніе 144.
Левъ созв. 32.
Линіи Фраунгофера 65 и пр.
Луны звѣздная яркость 40.

Магеллановы Облака 108, 210—213, 303—306.
Малая Медвѣдица созв. 28.
Массы двойныхъ звѣздъ 155—156, 161—162.
„ звѣздъ 85.
„ кальція въ пространствѣ 162—163, 207, 241.
Меридіанный кругъ 50.
Мерцаніе звѣздъ 41—42.
Метеоритная гипотеза 217—218.
Метеоры 17 и пр.
Мира (Чудесная) Кита 96—97.
Млечный Путь 32, 44, 48, 136, 143, 171, 174, 206—210, 228—241, 248—252, 255—329.
Млечный Путь видимое строеніе 230—235, 275—276.
„ „ измѣненія ширины 232—233, 287.
„ „ отвѣтвленія 233—234, 287.
„ „ очертанія 228—229.
„ „ предѣлы 293—294.
„ „ раздвоеніе 231—232, 289—293.
„ „ созвѣздія на его протяженіи 229.
„ „ свѣтлыя пятна 234—235, 287.
„ „ связь съ туманностями 306—307.
„ „ темныя мѣста 236—241, 287—288.
„ „ туманности въ немъ 235—240.
„ „ Угольные Мѣшки 236, 238, 287—289.
Мѣры разстояній звѣздъ 119.

Наименованія звѣздъ 33—34.
Населеніе мірового пространства 3.
Начала спектральнаго анализа 65.
Неба общая сила свѣта 40.
Небулій 72, 187.
Небулярная гипотеза 215—217.
Невидимыя небесныя тѣла 46, 73, 91, 161, 164, 185, 206—208.
Неправильныя перемѣнныя 87, 93 и пр.
Непрерывность строительства вселенной 5.
Новыя звѣзды см. временныя звѣзды.
Нормальныя величины звѣздъ 38.
Нутація земной оси 112—113.

Облака звѣздныя 282 и пр.
„ туманностей 306.
Обозначеніе звѣздъ 33.
Обращающій слой Солнца 11.
Объективная призма 66, 74.
Объемы солнечныхъ планетъ 16.
Окраска звѣздъ 62 и пр.
„ „ и измѣненіе блеска 88, 96, 101—106.
Омега (ω) Центавра, звѣздное скопленіе 172, 174—175, 183.
Орбиты двойныхъ звѣздъ 154—156.
Оріоновы звѣзды см. Геліевы звѣзды.
Оріонъ созв. 32.

Отвѣтвленія Млечнаго Пути см. Млечный Путь.
Относительный параллаксъ 114—115.
Отталкиваніе частицъ свѣтилами 220—224.

Параллаксы звѣздъ 111—124.
„ вѣковые 116—117.
„ опредѣленіе по спектрамъ 117—118.
„ связь съ абсолютной величиной 122—123.
„ „ съ видимой величиной 121—123.
„ „ со спектральнымъ типомъ 124.
„ способъ Каптейна 116.
„ „ стереоскопическій 116.
„ „ физическіе 117.
„ таблицы 120—121.
„ точность опредѣленій 118—119.
Параллактическое движеніе звѣздъ 147, 309.
Парсекъ 119.
Перемѣнныя звѣзды 86—99.
„ „ классификація 87.
„ „ наименованіе ихъ 87.
„ „ неправильныя 87, 93 и пр.
„ „ періоды 88.
„ „ примѣненіе къ опредѣленію космической дисперсіи 163.
„ „ правильныя 89—93.
„ „ спектрографическія наблюденія 160—162.
„ „ типа звѣздныхъ скопленій 161, 172—173.
„ „ число ихъ 87.
Персей созв. 32.
Персея h и χ звѣздное скопленіе 144, 181.
Періодическія кометы 17.
Песъ Большой созв. 32.
Планетезимальная гипотеза 218—219.
Планетныя туманности 188—189.
Плеяды 80, 165, 173, 176—181.
„ групповое движеніе 144—145.
Плотность звѣздъ 84—85.
Площади Каптейна 323—325.
Погасаніе свѣта въ атмосферѣ 38.
Погода и мерцаніе 42.
Поглощеніе свѣта звѣздъ въ пространствѣ 47—48.
Показатель цвѣта 64, 78—79, 175—176.
Полоса яркихъ звѣздъ 255—256.
Полярная звѣзда 28, 161.
Покраснѣніе звѣздъ съ разстояніемъ 79.
Потоки звѣздные 310—322.
„ геліевыхъ звѣздъ 314—316.
„ объясненіе ихъ 317—322.
„ по спектральнымъ типамъ 313—316.
„ спиральныхъ туманностей 317.
Правильныя туманности 188—190.
Предѣлы Млечнаго Пути 293—294.
Презепе (Ясли) 181.
Прецессія 21—22.
Причины спектральныхъ измѣненій звѣздъ 70 и пр.
Протуберанцы 12.
Проціонъ—двойная звѣзда 156—157.
Прямыя восхожденія 26.
Птолемеевы созвѣздія 23.
Пулковская обсерваторія 58—61.
Пятна на Солнцѣ 11.

Раздвоеніе Млечнаго Пути см. Млечный Путь.
Размѣры Солнца 8.
Разстоянія между планетами 15—16.
Разстоянія звѣздъ 110—124.
„ двойныхъ звѣздъ 157.
„ звѣздныхъ скопленій 172—176.
„ мѣры ихъ 119.
„ опредѣленія по групповымъ движеніямъ звѣздъ 142.
„ туманностей 206, 209.
Распредѣленіе звѣздъ 253—300.
„ яркихъ звѣздъ 255—258.
„ „ „ полоса Гульда 255—256.
„ „ „ по Скіапарелли 256—258.

Распредѣленіе яркихъ звѣздъ, потоки звѣздъ 258.
" слабыхъ звѣздъ 258–274.
" " " по Гершелю 259–261.
" " " по Струве 261–262.
" " " по Зеелигеру 262–269.
" " " по Истону 269–273.
" " " по Каптейну 273–274.
" " " по автору 275–294.
" звѣздъ по спектральнымъ типамъ 79, 294–300.
" " " ближайшихъ 297.
" " " дальнѣйшихъ 298.
" " " перемѣнныхъ 299 – 300.
" звѣзднаго свѣта 40—41.
" звѣздныхъ скопленій 301—304.
" туманностей 301—307.
Регентъ 252.
Рефракція 50 52.
Родство Солнца со звѣздами 7.
Росписи звѣздъ 48 и пр.
Рэсселя эволюціонная гипотеза 225—227.

Свѣтлыя пятна на Млечномъ Пути см. Млечный Путь.
Свѣтовой годъ 119.
Свѣченіе звѣзднаго неба 40.
" туманностей 185, 187, 206—208, 223.
Сиріометръ 119.
Сиріусовы звѣзды 72, 77, 295.
Сиріусъ—измѣненіе цвѣта 62.
" центръ вселенной 251.
" какъ двойная звѣзда 156—157.
Склоненія 26.
Скопленія звѣздъ см. Звѣздныя скопленія.
Скорпіонъ созв. 32.
Созвѣздія 19 и пр.
" возникновеніе 20—21.
" зодіака 13, 31.
" названія 21 и пр.
" Млечнаго Пути 229.
" перечень 24—25.
Солнечныя звѣзды 72—73, 77.
Солнце 7—18.
" атмосфера 11—13.
" вращеніе 14.
" движеніе 146—150.
" звѣздная яркость 39.
" міръ его 15 и пр.
" показатель цвѣта 64.
" пятна 10.
" размѣры 8.
" родство со звѣздами 7.
" температура 14.
" факелы 10.
" фотографическая яркость 40.
" фотосфера 9—10.
" химическая природа 8.
Спектрографъ 67—68.
Спектроскопъ 66—68.
Спектральная классификація Гарвардская 74—78.
" " Локіера 78.
" " основы ея 70—71 и пр.
" " Рэсселя 78.
" " Секки 69—70.
" " Фогеля 74.
Спектрально-двойныя звѣзды 158—164.
" " " открытіе ихъ 159.
" " " примѣненіе къ опредѣленію космической дисперсіи 163.
Спектральный анализъ 64 и пр.
Спектральный типъ и эффективная температура 81.
Спектры временныхъ звѣздъ 107—109.
" звѣздъ 64—79.
" звѣздныхъ скопленій 173.
" тумманностей 169—170.
Спиральныя туманности 101, 187, 189—190, 197, 204—205, 208—210, 218-219, 269-273, 317.

Спиральныя туманности, какъ отдѣльныя вселенныя 208—210.
„ „ систематическія движенія 317.
Спорадическіе метеоры 17.
Способъ степеней Аргеландера 86—87.
Спутники солнечныхъ планетъ 16.
Строеніе вселенной 242—329.
„ „ развитіе идеи до Коперника 243—246.
„ „ греческія системы 243—246.
„ „ Птолемеева система 245—246.
„ „ отъ Коперника до Гершеля 246—252.
„ „ система Коперника 246—247.
„ „ „ Тихо-Браге 247.
„ „ „ Кеплера 248—249.
„ „ идеи Гюйгенса 249.
„ „ „ Райта 250—251.
„ „ „ Канта 251.
„ „ „ Ламберта 251—252.
„ „ „ В. Гершеля 259—261.
„ „ „ В. Струве 261—262.
„ „ „ Зеелигера 262—269.
„ „ „ Истона 269—273.
„ „ „ Каптейна 273—274.
„ „ „ автора 275—294.
„ звѣздъ 80 и пр.
„ туманностей 184—185.
Сѣверная Корона созв. 32.

Телецъ созв. 31.
Темныя звѣзды 46, 73, 161, 223.
„ туманности 185, 206—208.
Температура и строеніе звѣздъ 70 и пр., 80 и пр.
„ Солнца 14.

Точка весенняго равноденствія 26, 49, 50.
„ осенняго „ 50.
Туманныя звѣзды 189.
„ пятна 165—170.
„ „ открытіе ихъ 165—168.
„ „ примѣры 165.
„ „ природа 168—169.
„ „ спектры 169.
„ „ число 166—167.
Туманности 183—210.
„ безформенныя 188.
„ въ космогоніи 213—227.
„ во Млечномъ Пути 235—240.
„ двойныя и кратныя 203.
„ классификація 187—188.
„ лучевыя движенія 203—205.
„ мѣсто въ эволюціи звѣздъ 139 и пр.
„ параллаксы 206.
„ перемѣнныя 200—202.
„ правильныя 188—190.
„ распредѣленіе 301—307.
„ свѣченіе 185, 187, 206—208, 223.
„ собственное движеніе 203.
„ спектръ 186—187, 190—191.
„ строеніе 184—185, 250—251.
„ у новыхъ звѣздъ 103—104, 106, 108—109.
„ цвѣтъ 202.
Туманность Андромеды 193—197.
„ Гончихъ Собакъ 196, 198, 205.
„ Лиры 198—200.
„ Оріона 166, 190—193.

Увеличеніе числа звѣздъ съ уменьшеніемъ яркости 43 и пр.
Угольные Мѣшки 236, 238, 287—289.

Факелы Солнца 10.
Фотографія астрономическая 52 и пр
Фотографированіе туманностей 166—167.
Фотографическій каталогъ звѣздъ 53—57.
Фотометрія звѣздъ 34 и пр.

Фотометры 37.
Фотометрическій способъ степеней 86—87.
Фотосфера 9—10.

Химическій составъ звѣздъ 80 и пр.
Хромосфера Солнца 11.
Хрустальная сфера 244, 248.

Цвѣта двойныхъ звѣздъ 154.
„ звѣздъ 62 и пр.
„ „ и мерцаніе 42.
Цвѣтъ туманностей 202.
Центавра звѣздное скопленіе см. Омега Центавра.
Цефеиды 94—96, 161, 172, 174, 300.

Число общее звѣздъ 41—61.
„ временныхъ звѣздъ 99—101.
„ двойныхъ „ 153.
„ звѣздъ съ опредѣленнымъ собственнымъ движеніемъ 128.
„ перемѣнныхъ звѣздъ 87.
„ спектрально двойныхъ звѣздъ 159.

Число темныхъ звѣздъ 46.
„ туманныхъ пятенъ 166—167.
„ шарообразныхъ скопленій 170.
Чудесная (ο) Кита 96—97.

Шарообразныя звѣздныя скопленія 141, 170—175.
Широта астрономическая 49—50.
„ географическая 25.

Щель спектроскопа 64.
Щита Собѣсскаго звѣздное скопленіе 175—176.
Эволюція звѣздъ 70 — 78, 84, 213—227.
Эллипсоидальная гипотеза Шварцшильда 312—314.
Эта (η) Корабля 98—99.
Эффективная температура звѣздъ 81.

Яркость звѣздъ 34, 82.
„ Солнца 39, 40.
Ясли (Презепе) 181.

Указатель именъ.

Аббе Кл. (Cl. Abbe) 302.
Адамсъ (W. S. Adams) 84, 95, 117, 118, 135, 136, 140.
Альбрехтъ (Albrecht) 94.
Анри бр. (P. et Pr. Henry) 55, 56, 177, 180.
Андерсонъ 101.
Аргеландеръ 51, 53, 86, 92, 276.
Аристархъ 244—246.
Арреніусъ (S. Arrhenius) 220—224.
Архимедъ 244.
Ауверсъ (Auwers) 51, 310, 319.

Баклундъ, О. А. 61.
Байеръ (Bayer) 33.
Барнардъ (E. E. Barnard) 181, 206—208, 230, 240, 241.
Баушингеръ (J. Bauschinger) 302, 304.
Бели (S. I. Bailey) 172.
Бессель 51, 115—116, 156.
Бигурданъ (G. Bigourdan) 166.
Блажко, С. Н. 87, 105.
Болинъ (K. Bohlin) 502.
Бондъ 53.
Борастонъ (Boraston) 295.
Боссъ (L. Boss) 137, 138, 148.
Брадлей (Bradley) 128, 310, 319.
Бредихинъ, Ѳ. А. 61.
Бурже (Bourget) 193.
Бѣлопольскій, А. А. 61, 134, 159, 160, 161.
Бѣлявскій, С. И. 92, 311, 312.
Бюиссонъ (Buisson) 193.
Бэрнсъ (K. Burns) 40.

Ванъ-Мааненъ (Van-Maanen) 144, 203, 205—206.
Вильзингъ (I. Wilsing) 81.
Вильсонъ (R. E. Wilson) 212.
Вольфъ, М. (Max Wolf) 181, 184, 199, 205, 230, 236.
Вольфъ-Райе (Wolf-Rayet) 73, 76, 107—108, 224—227, 296.

Галилей 230, 248, 259.
Галлей (Halley) 98, 127.
Гартманъ (Hartmann) 162, 204.
Гевелій 97.
Гейслеръ 68, 132.
Гельмертъ (Helmert) 176.
Гендерсонъ (Henderson) 115.
Гершель, Вильямъ (W. Herschel) 147, 152, 161, 166, 168, 169, 187, 202, 205—216, 252, 259—261, 265, 276, 291, 293, 302, 323.
Гершель, Джонъ (J. Herschel) 98, 152, 166, 168, 211, 212, 252, 255, 259—261, 270, 276, 291, 302, 315.
Гилленборгъ (W. Gyllenberg) 313.
Гилль (D. Gill) 52.
Гиндъ (Hind) 201.
Гиппархъ 22, 34, 49, 127, 245.
Гольварда (Holwarda) 97.
Гудрике (Goodricke) 91, 94.
Гузо (Houzeau) 255, 281.
Гульдъ (Gould) 255, 256, 289, 315.
Гюйгенсъ (Huygens) 166, 191, 249.
Гэггинсъ (W. Huggins) 134, 169, 186.
Гэль (G. E. Hale) 80, 81.
Гэрцшпрунгъ (Hertzsprung) 83.

Дайсонъ (F. W. Dayson) 311, 312, 320.
Дембовскій 152.
Демокритъ 230.
Джонсъ (H. Jones) 124.
Доберкъ 157.
Допплеръ 131.
Дрейеръ (Dreyer) 184.
Дю-Лигондесъ (Du-Ligondes) 218.

Зеелигеръ (H. Seeliger) 119, 262—269, 275—277.
Зэскирей (W. G. Thackeray) 320.

Иннесъ (R. T. Innes) 130.
Истонъ (C. Easton) 209, 269—273, 290.

Кантъ 215, 216, 251, 252, 308.
Каптейнъ (J. C. Kapteyn) 40, 45, 52, 85, 116, 117, 119, 123, 137, 206, 273—275, 295, 310—312, 318—321, 323—325, 327.
Кеплеръ 248—250.
Килеръ (Keeler) 189, 203, 216.
Кингъ (E. S. King) 78.
Кирхгофъ 66, 69.
Кобольдъ (Kobold) 266, 310.
Коперникъ 112, 125, 243, 245—247.
Костинскій, С. К. 116, 118, 119, 128, 144, 205, 297.
Куза, Ник. 246.
Курвуазье (Courvoisier) 144, 321, 322.
Кэмпбелль (W. W. Campbell) 124, 138, 140, 149, 162, 189, 203, 204, 316.
Кэртисъ (H. Curtis) 203.

Ламбертъ 251, 252, 308.
Ламонтъ (Lamont) 176.
Лапласъ 216, 217.
Ласковскій 105.
Лебедевъ 220.
Линдеманъ (Lindemann) 46.
Локіеръ (J. N. Lockyer) 78, 217, 218, 225.
Лоуэлль (Lowell) 204.
Люизе (M. Luizet) 92.
Лэнъ (Lane) 225.
Лякайль (Lacaille) 23.

Мааненъ см. Ванъ-Мааненъ.
Маріусъ, Сим. 165.
Медлеръ 178, 308, 309.
Милоттъ (P. Melotte) 45, 46, 273, 274, 292.
Монтанари 89.
Мультонъ (F. Moulton) 218, 219.
Муръ (J. Moore) 189, 203, 204.

Никольсонъ (Nicholson) 187.
Нордманъ 81, 82, 88, 90, 91, 163.
Ньюкиркъ (Newkirk) 206.
Ньюкомбъ (Sim. Newkomb) 40, 148, 284.

Оппенгеймъ (S. Oppenheim) 267.
Островлевъ, В. К. 105.

Паркхэрстъ (J. Parkhurst) 78.
Пикерингъ (E. C. Pickering) 37, 67, 88, 159, 265, 295.
Пиррайнъ (C. D. Perrine) 149, 316.
Пиѳагоръ 243, 244.
Платонъ 244, 246.
Плутархъ 245.
Плэммеръ (H. C. Plummer) 316.
Птолемей 22, 23, 49, 62, 127, 245—247.
Пэзъ (Pease) 171, 173, 201, 204, 205.
Пюизе (Puizeux) 287.

Райе см. Вольфъ-Райе.
Райтъ (Wright) 250—252, 308.
Рейнольдсъ (Reynolds) 194.
Риттеръ (Ritter) 225.
Ритчи (Ritchey) 200.
Рэзерфердъ (Rutherfurd) 53, 54.
Рэссель (H. N. Russell) 78, 82—84, 218, 225—227.

Секки (Secchi) 69, 73, 74, 76, 77, 79, 138, 295, 296.
Си (T. See) 219, 220.
Скіапарелли (Schiaparelli) 62, 256—258, 277.
Сляйферъ (V. M. Slipher) 184, 204, 205.
Стромбергъ (G. Strömberg) 136, 206.
Струве, В. Я. 58, 59, 115, 152, 261, 262, 265, 275, 276.
Струве, Л. О. 309.
Струве, О. В. 61, 152.
Сэрсъ (F. H. Seares) 202, 273.

Тихо Браге 101, 247.
Тиховъ, Г. А. 88, 106, 163.
Трюмплеръ (Trümpler) 179.
Трэманъ (Truman) 317.

Тэрнэръ (H. H. Turner) 143, 273, 315, 318, 319.

Улугъ-Бегъ 50.
Уокей (Walkey) 309.

Фабри (Fabry) 40, 193.
Фабриціусъ 86, 97.
Фазсъ (E. A. Fath) 48, 185, 298.
Физо 133.
Фогель (H. C. Vogel) 69, 74, 76, 77, 134, 160, 295, 296.
Франклинъ-Адамсъ (I. Franklin-Adams) 44, 268, 273, 274.

Харперъ (Harper) 317.
Хинксъ (A R. Hinks) 305, 306.
Хоомъ (I. Halm) 314, 315.
Хэль, см. Гэль.
Хэртли (Hartley) 313.

Цераскій, В. К. 37.
Цераская, Л. П. 87, 90, 93.
Циннеръ (Zinner) 299.

Чапманъ (S. Chapman) 40, 45, 46, 273, 274, 292.
Челоріа (Celoria) 265.
Чемберлинъ (Chamberlin) 218, 219.

Шапли (H. Shapley) 48, 94—96, 161, 170, 176.
Шарльс (Charlier) 119, 315, 316, 322.
Шварцшильдъ (K. Schwarzschild) 78, 311—314, 318.
Шейнеръ (Scheiner) 81.
Шенфельдъ Schönfeld) 51, 309.
Шоо (Knox Schaw) 201.

Эддингтонъ (Eddington) 121, 123, 129, 139, 140, 311—313, 318—320.
Эгкенъ (Aitken) 153, 157.

Юнгъ (Joung) 317.



Замѣченныя опечатки.

Страница:	*Строка:*	*Напечатано:*	*Должно быть:*
25	3 св.	Sobiesii	Sobieski
30	—	клише	вверхъ ногами
—	7 сн.	вокруъ	вокругъ
—	3 „	Пэтому	Поэтому
38	22 „	глазу	лицу
—	2 „	Земли атмосферой	атмосферой Земли
52	9 св.	довозитъ	доводитъ
53	21 „	Аргеландоръ	Аргеландеръ
57	12 сн.	по семнадцати	восемнадцати
59	2 „	астропономическомъ	астрономическомъ
66	19 „	нхъ	ихъ
86	17 „	новыхъ	перемѣнныхъ
107	21 „	достпжепіи	достиженіи
113	13 св.	не велика наибольшій	не велика; наибольшій
128	15 сн.	Измѣняя	Измѣряя
130	15 „	двѣ звѣзды	двѣ звѣзды:
143	6 „	0″. 39	0″. 38
160	16 „	разстояніемъ	разстояніе
164	11 св.	слѣдоватезьно	слѣдовательно
179	18 „	послѣднній	послѣдній
216	4 „	и слѣдованія	изслѣдованія
—	2 сн.	дальнѣйшимъ	дальнѣйшемъ
257	3 „	Скіапаралли	Скіапарелли